

**Rivista svizzera di architettura,
ingegneria e urbanistica**

Swiss review of architecture,
engineering and urban planning

4 2024 | 5 agosto

Heinz Isler e la sua eredità nella progettazione digitale

Heinz Isler and his legacy in digital design

TESTI TEXTS

- Giulia Boller
- Pierluigi D'Acunto
- Valeria Gozzi
- Francesco Ranaudo
- Laura Sardone

COMPLEMENTI COMPLEMENTS

- Giulia Boller intervista
Aurelio Muttoni

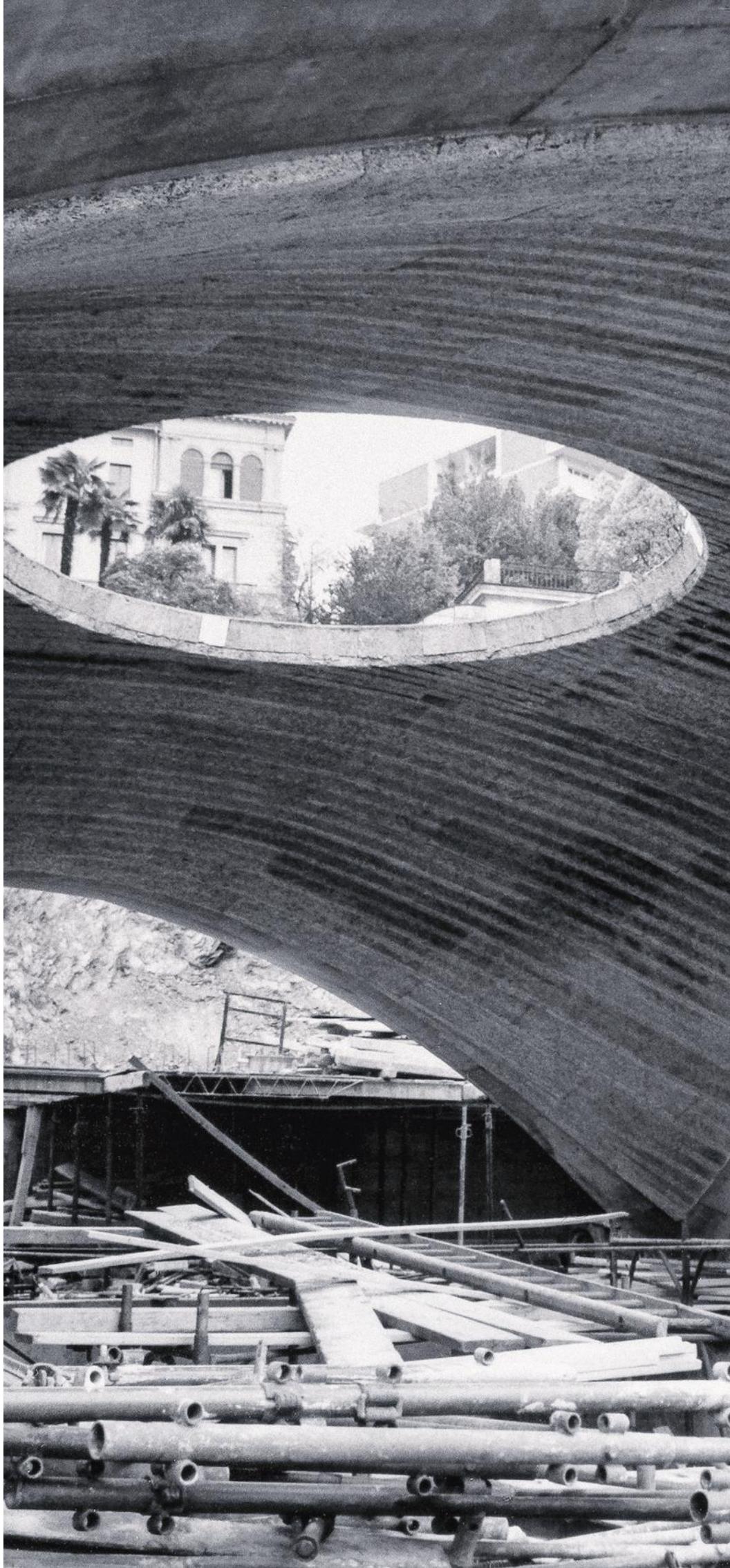
PROGETTI PROJECTS

- Heinz Isler, Giuseppe Brazzola,
Walter Büchler, Rudolf Calander,
Luigi Chiesa, Hansjörg Sigg

sia

Un paesaggio di qualità

CAT



«Allerte dopate per sostenere la narrazione climatista» **Seriamente?**



Laurent Guidetti,
TRIBU architecture
**Manifesto per una
Rivoluzione Territoriale**
*espazium – Edizioni per
la cultura della
costruzione, Zurigo 2023*
Nuova edizione riveduta e
corretta, con prefazione
di Augusto Heras
CHF 24.–

Una lettura per progettisti responsabili
Richiedilo a redazione@rivista-archi.ch

- 2 EXPROMO a cura di Federica Botta
- 6 ESPAZIUM a cura di Andrea Nardi
- 8 PARALLELI a cura di Gabriele Neri

Heinz Isler e la sua eredità nella progettazione digitale

Heinz Isler and his legacy in digital design
a cura di Giulia Boller e Valeria Gozzi

- 9 **EDITORIALE AFFERRARE L'INCALCOLABILE**
Mercedes Daguerre
- 11 **ISLER, INGEGNERE DEL SUO TEMPO**
Tullia Iori
- 15 **MATERIALIZZARE FORME LIBERE NELLO SPAZIO**
Giulia Boller
- 20 **LA RICERCA DI FORME STRUTTURALI INNOVATIVE**
Pierluigi D'Acunto, Giulia Boller
- 26 **PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E ANALISI
ASSISTITA DA ALGORITMI GENERATIVI**
Laura Sardone
- 30 **IL RIPPMMAN FLOOR SYSTEM (RFS), INNOVAZIONE
SOSTENIBILE TRA PASSATO E FUTURO**
Francesco Ranaudo
- 36 **HEINZ ISLER IN TICINO**
Valeria Gozzi
- 37 **PARCO RICREATIVO SOLE LAGO, CAMORINO**
Heinz Isler
- 38 **DUE VASCHE PER LA PISCINA DEL MOTEL LOSONE**
Heinz Isler
- 42 **CENTRO COOP, BIASCA**
Heinz Isler, Hansjörg Sigg
- 46 **SUPERMERCATO MIGROS, BELLINZONA**
Heinz Isler, Luigi Chiesa, Walter Büchler
- 54 **CENTRO GIARDINO BÜRGI, CAMORINO**
Heinz Isler
- 58 **PISCINA AL BOSCO, PONTE CAPRIASCA**
Heinz Isler, Rudolf Calander
- 62 **PISCINA DELL'HOTEL SPLENDE ROYAL, LUGANO**
Heinz Isler, Giuseppe Brazzola
- 66 **SULL'ATTUALITÀ DEL MODELLO FISICO
NELL'INGEGNERIA CONTEMPORANEA**
Intervista ad Aurelio Muttoni
a cura di Giulia Boller
- 70 COMUNICATI SIA a cura di Sophie Depondt
- 72 CONCORSI a cura di Pablo Valsangiacomo
- 74 PROGETTI TI a cura di Stefano Milan
- 78 LIBRI a cura di Mercedes Daguerre

In copertina:

Heinz Isler, Hotel Splendide Royal a Lugano, foto del cantiere della piscina coperta

A fianco:

Heinz Isler, Centro Coop a Biasca, ritratto dell'ingegnere in cantiere

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



PLASTICHE E RICICLO
 inserito/vetrina
 Archi n. 4/2024
 a cura di
 Federica Botta

gjenge.co.ke

Partendo da rifiuti in plastica che non possono più essere riciclati, l'ingegnera e imprenditrice keniota Nzambi Matee ha fondato una start-up dedicata alla produzione di materiali da costruzione leggeri, eco-compatibili e a basso costo. Il risultato sono parallelepipedi regolari utilizzati sia nell'edilizia che come pavimentazione. Sfruttando la fibrosità e la malleabilità delle loro componenti, i rifiuti in plastica vengono miscelati con la sabbia, riscaldati e infine compressi fino a diventare mattoni di diverse densità, spessore e colore.

*Studio di design che crea, produce e implementa strategie creative, identità visive e campagne che ispirano cambiamento e innovazione: madethought.com

L'edilizia è un settore in continua evoluzione guidato da innovazioni tecnologiche e da una crescente attenzione alla sostenibilità. L'impatto ambientale, il risparmio energetico e il benessere abitativo sono solo alcune delle tematiche a cui si è chiamati a rispondere nella progettazione di un edificio. Un passo significativo verso un'edilizia sostenibile è rappresentato dalla scelta intelligente dei materiali e dal progressivo abbandono di materie inquinanti, come la plastica, a favore di materiali di origine naturale o ottenuti da rifiuti riciclati, a impatto ambientale ridotto o nullo. Il team di Made Thought*, insieme a un gruppo di 40 scienziati ed esperti del settore, ha creato uno strumento per supportare i progettisti nella transizione. PlasticFree.com è una piattaforma web all'avanguardia, che offre ai professionisti dell'architettura e della costruzione un database completo di alternative alla plastica. I materiali sono suddivisi in due categorie: quelli 100% *plastic free* e quelli non ancora del tutto privi di plastica, destinati progressivamente a essere sostituiti. La piattaforma racchiude oltre un centinaio di materiali naturali alternativi presentati attraverso informazioni essenziali sulle proprietà, la produzione, i costi e l'impatto sulle emissioni di CO₂.

ARREDI SOSTENIBILI DALL'OCEANO

vondom.com

Vondom Revolution è un esempio di design sostenibile che utilizza materiali riciclati e riciclabili, per creare arredi unici e senza tempo. La collezione è nata con l'obiettivo di contribuire alla salvaguardia dell'ambiente, utilizzando plastica riciclata proveniente dai mari e dalle coste.

Vondom Revolution incarna la responsabilità dell'azienda nei confronti di un futuro sostenibile e l'impegno verso l'innovazione. I prodotti, caratterizzati da forme scultoree e da un'estetica elegante, sono realizzati con reti da pesca sintetiche riciclate, bottiglie e rifiuti di plastica provenienti dai mari. La serie di arredi comprende diverse collezioni, tra cui: Ibiza, Pedrera, Brooklyn, Love e Africa.





IL NUOVO MODO DI FARE IL TESSILE

impactacoustic.com

Impact Acoustic è un'azienda di Lucerna che sviluppa soluzioni acustiche sostenibili per l'industria del design e per l'architettura che combinano innovazione, estetica e funzionalità.

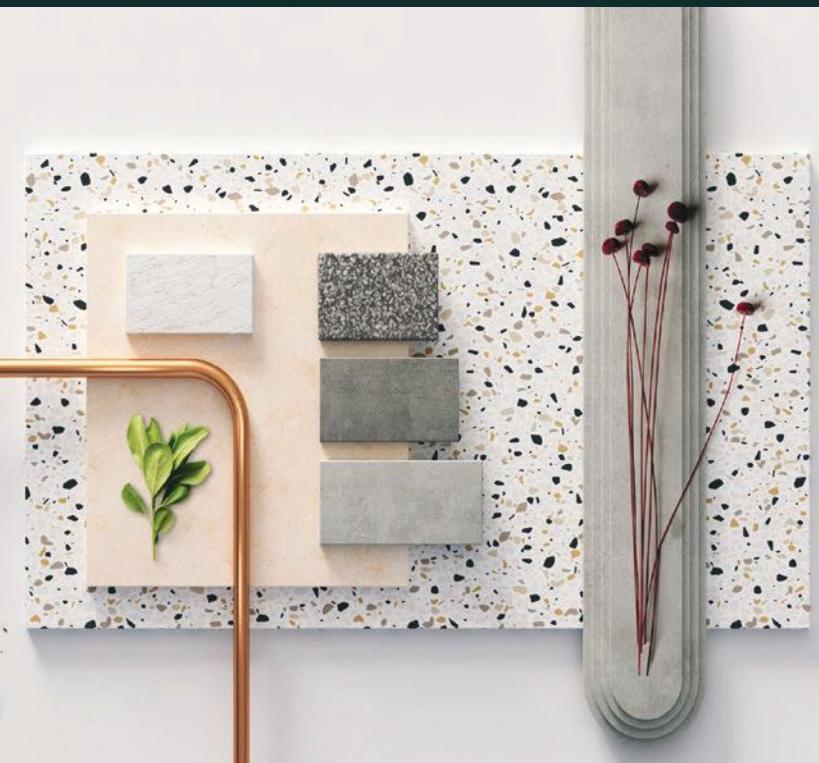
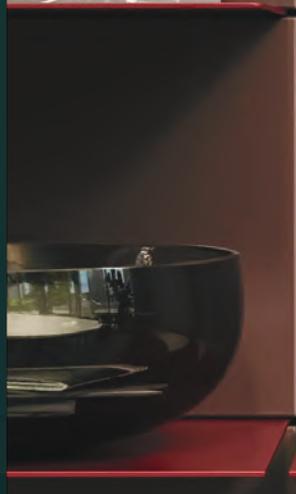
Partendo da Archisonic Felt, prodotto fonoassorbente ad alte prestazioni basato sull'upcycling di bottiglie di plastica monouso, nasce Archisonic Textile, la soluzione tessile ecologica realizzata anch'essa con materiali PET riciclati al 100%. Al fine di promuovere un approccio sostenibile e circolare, il tessuto è interamente riciclabile alla fine del suo ciclo di vita. La gamma di 32 colorazioni, abbinate alla linea Archisonic Felt, rende il tessuto molto versatile e adatto a diverse applicazioni, tra cui la creazione di efficaci tende acustiche per la separazione degli ambienti e la tappezzeria dei mobili. Accanto ad Archisonic Textile, Impact Acoustic offre un'ampia gamma di prodotti personalizzabili, certificati LEED e Cradle to Cradle, e fornisce consulenza e progettazione in ambito acustico, illuminotecnico e nella programmazione progettuale con design parametrico e pianificazione efficiente del materiale per ottimizzarne la resa.

IMPIANTISTICA ORIENTATA AL FUTURO

jung-group.com / zidatech.ch

Accomunati da una profonda ricerca estetica e un impegno verso l'innovazione tecnologica, i sistemi Jung offrono soluzioni efficienti per la gestione dell'illuminazione, il controllo solare, la climatizzazione, l'energia, la sicurezza, gli impianti citofonici e i sistemi multimediali.

Parallelamente alla ricerca estetica e tecnologica, Jung adotta un approccio improntato verso la sostenibilità e la circolarità. Da diversi anni, l'azienda impiega plastica riciclata nella produzione, contribuendo così a ridurre l'impatto ambientale. Le serie A Creation, A 550 e A Flow nella finitura antracite opaco, sono composte al 95% da materiale riciclato proveniente da rifiuti plastici. Inoltre, Jung investe da decenni nella ricerca e nello sviluppo. L'obiettivo è creare dispositivi durevoli per l'edilizia efficiente e integrare nuove tecnologie, al fine di massimizzare il potenziale di risparmio energetico attraverso soluzioni tecniche intelligenti. Infine, l'azienda si avvale di un processo di produzione che utilizza energia idroelettrica, gestisce gli imballaggi in modo intelligente, adotta una produzione altamente efficiente e ottimizza la logistica con brevi distanze di trasporto.



100 BOTTIGLIE DI PET RICICLATE PER OGNI METRO QUADRATO DI SUPERFICIE

sustonable.com

Sustonable, attraverso un processo brevettato, sviluppa materiali lapidei composti al 100% riciclabili, combinando pietra naturale con bottiglie in PET riciclate.

L'obiettivo dell'azienda è sostenere l'economia circolare, trasformando la plastica post consumo in un materiale sostenibile. Questo approccio contribuisce a ridurre l'inquinamento globale e a creare un ambiente più pulito. I pannelli Sustonable offrono una vasta gamma di utilizzi, tra cui piani di lavoro da cucina e superfici per il bagno, rivestimenti di facciata, mobili e pannelli a parete. Le lastre sono sottili, leggere e molto resistenti, semplificando e riducendo i tempi di trasporto e di posa. Il prodotto è altamente personalizzabile in termini di dimensioni, spessore ed estetica. Sono inoltre disponibili due formati standard: 260 x 80 cm con uno spessore di 6 mm e 330 x 80 cm con uno spessore di 8 mm. Le superfici sono facili da pulire e mantenere, e sono disponibili in una vasta gamma di colori e motivi.

SISTEMA DI CASSERI IN PLASTICA: LEGGERO, MODULARE E FACILE DA POSARE

daliform.com

U-Boot Beton è un cassero a perdere in plastica riciclata per solai e platee alleggeriti, bidirezionali, in calcestruzzo armato gettati in opera.

L'impiego dei casseri U-Boot Beton consente di realizzare solai a piastra privi di capitelli o "funghi" emergenti, poiché contenuti all'interno dello spessore stesso del solaio. Il risultato è una soletta piana sia nell'intradosso che nell'estradosso, dotata di un graticcio di nervature mutualmente ortogonali e interconnesse tra loro, nei due sensi, a costituire le sezioni resistenti. L'utilizzo di U-Boot comporta un notevole risparmio di calcestruzzo e di acciaio d'armatura, grazie alla diminuzione del peso proprio del solaio. Inoltre, questa soluzione permette di ottenere solai più sottili, ampie luci e maggior portata, senza l'ausilio di travi. Ne consegue l'ottimizzazione della sezione e del numero di pilastri e una maggior flessibilità distributiva in pianta, nonché ampia libertà architettonica. Questa caratteristica consente una futura nuova destinazione d'uso o riconversione degli spazi facilitata. Le caratteristiche di U-Boot Beton unite alla flessibilità e facilità di posa lo rendono ideale per strutture che richiedono luci significative come nel caso di edifici direzionali, commerciali e industriali, ma anche per strutture di un certo impegno statico nel campo dell'edilizia pubblica civile e residenziale.



ECOSOSTENIBILITÀ AD ALTE PRESTAZIONI

maiano.it

Sintherm FR è un pannello in fibra di poliestere rigenerato da fibra di PET per l'isolamento termico e l'assorbimento acustico.

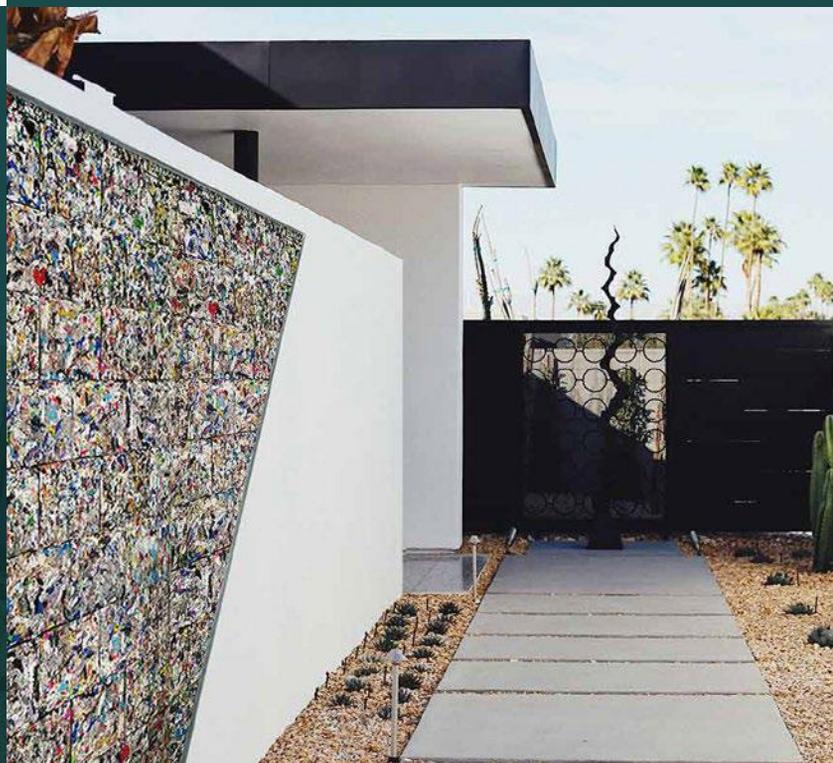
Le caratteristiche di versatilità d'impiego, durabilità nel tempo e ottime prestazioni termiche e acustiche favoriscono il raggiungimento di elevati standard di comfort e benessere abitativo – $\lambda = 0,039$ W/mK per pannelli con densità pari a 20 kg/m³ e $\lambda = 0,034$ W/mK per pannelli con densità = 60 kg/m³ –. Il prodotto trova applicazione nell'isolamento termo-acustico di varie tipologie edilizie, sia in nuove costruzioni che in ristrutturazioni – spessori da 20 a 100 mm –. La posa in opera è prevista per intercapedini di pareti perimetrali, partizioni interne, solai, coperture e controsoffitti. Di facile posa e semplice da tagliare, a fine ciclo vita può essere riutilizzato o riciclato. Sintherm FR è ipoallergenico, idrorepellente e imputrescibile. Inoltre, l'azienda produttrice dedica grande attenzione all'intero ciclo di vita del prodotto. Il 70% delle materie prime proviene da fibre naturali o riciclate, privilegiando fornitori locali. Gli scarti industriali vengono recuperati e riutilizzati all'interno dello stesso processo produttivo, mentre l'uso di acqua è minimizzato. Infine, il 30% dell'energia utilizzata proviene da fonti rinnovabili.

LA RIVOLUZIONE DEI MATERIALI RICICLATI

byfusion.com

Byblock è un materiale da costruzione all'avanguardia multiuso, riutilizzabile e isolante realizzato con rifiuti plastici non riciclabili.

Byblock è pensato per integrarsi facilmente con materiali da costruzione tradizionali come il legno, il cemento e l'acciaio. Il prodotto si presenta in parallelepipedi di dimensioni standard – $394 \times 197 \times 197$ mm x 10 kg –. I blocchi sono dotati di appositi supporti e fori per permettere una posa semplice, solida e duratura attraverso un sistema di tondini verticali fissati alla base. Il prodotto offre un'eccellente stabilità dimensionale, durabilità nel tempo, resistenza all'acqua e agli agenti biologici e atmosferici e alle sollecitazioni. Byblock può essere personalizzato su richiesta e non richiede colle e adesivi per la posa, né sostanze chimiche o additivi per la produzione. Le sue caratteristiche lo rendono adatto a numerosi campi di applicazione tra cui la realizzazione di muri di sostegno, pareti insonorizzate, capannoni, recinzioni, interventi di paesaggistica, mobili e finiture interne. L'obiettivo di Byfusion è riciclare 100 milioni di tonnellate di plastica entro il 2030.



LAVELLI DA CHEF laufen.ch

La rubinetteria da cucina Semipro, sviluppata in collaborazione con lo studio di design basilese Colony, rappresenta un connubio armonioso tra funzionalità ed estetica.

Il rubinetto presenta un corpo slanciato e pratico realizzato in acciaio, disponibile in diverse varianti cromatiche: cromato, PVD inox look e nero titanio. La bocca di erogazione, realizzata in silicone flessibile, è disponibile nei colori RAL grigio nero, rosso fragola, bianco verde e bianco crema. La bocca è inoltre dotata di una pratica doccetta, la quale è mantenuta in posizione da un supporto trapezoidale che si assottiglia verso la parte anteriore, orientabile a sinistra o a destra. Il materiale in silicone della canna non si surriscalda ed è stabile nella forma. Con una sporgenza di 230 mm, la bocca di erogazione e la doccetta offrono ampia libertà di movimento nel lavello, consentendo di risciacquare anche gli angoli più difficili da raggiungere. Inoltre, il modello Semipro è dotato della funzione Eco+, che permette alla leva di comando di erogare acqua fredda quando si trova nella posizione centrale. Questo sistema non solo favorisce un utilizzo parsimonioso di acqua calda ed energia, ma offre anche notevoli vantaggi nelle installazioni vicino a finestre o in spazi ristretti.



ORGANIZZAZIONE PERFETTA IN BAGNO bodenschatz.ch/signa

Gli esperti di Bodenschatz hanno analizzato i rituali e le esigenze delle persone per ottimizzare l'organizzazione del bagno e, in collaborazione con lo studio di design Tale di Basilea, hanno sviluppato la linea di accessori personalizzabili Signa.

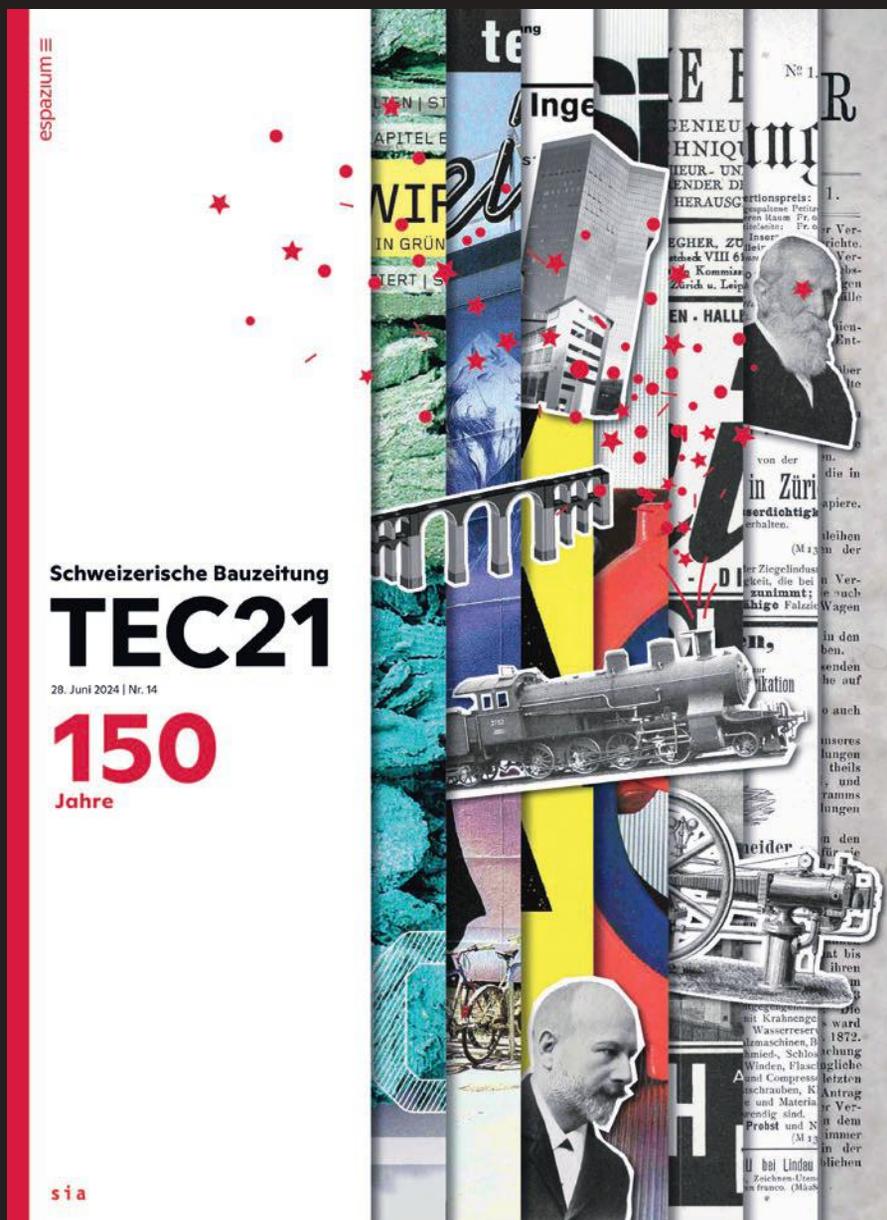
Dal punto di vista estetico e pratico, i designer hanno puntato su sobrietà e forme geometriche semplici per garantire un inserimento armonioso e flessibile anche in ambienti esistenti. La gamma di soluzioni comprende 15 elementi, tra cui un portasciugamani quadruplo pieghevole, un dispenser di sapone e un cestino multiuso per la doccia, un portasapone e un portarotolo con ripiano per telefoni cellulari, salviette umidificate e profumatore per ambienti. Grazie alla soluzione adesiva "Adesio", gli accessori possono essere fissati anche su pareti sottili e vetri senza foratura, mantenendo un'elevata qualità estetica. Gli accessori della linea Signa sono disponibili nelle finiture cromo o nero.

UNA SOLUZIONE SEMPLICE, UN VERO CONTRIBUTO PER IL CLIMA flumroc.ch

Il nuovo impianto di produzione di Flumroc, dotato del forno fusorio elettrico più grande al mondo per la fusione della lana di roccia e alimentato da energia elettrica verificata proveniente da centrali idroelettriche svizzere, rappresenta una pietra miliare del settore.

Grazie a questa scelta, Flumroc ha ridotto le emissioni annue di CO₂ dell'80% durante la fusione della roccia, pari a 25.000 tonnellate di CO₂ in meno. Inoltre, la decisione di concentrare l'intera produzione a Flums permette tragitti di trasporto brevi e filiere di fornitura sicure, contribuendo a ridurre del 50% le emissioni di gas a effetto serra. Infine, il riutilizzo di scarti di produzione, e di lana di roccia proveniente dai cantieri e dalla demolizione di edifici consente di riciclare al 100% i prodotti Flumroc senza comprometterne la qualità.





Happy Birthday TEC21!

Mercedes Daguerre

Cari colleghi della redazione di *TEC21* – *Schweizerische Bauzeitung*, la celebrazione del 150° anniversario rappresenta l'esito di un lunga metamorfosi editoriale avviatasi alla fine dell'Ottocento – con opuscoli ormai storici come «Die Eisenbahn» (1874) e «Schweizerische Bauzeitung» (1883) – e che supera il secolo scorso fino al nuovo millennio con l'esperienza di *TEC21* all'interno della rete spaziium – Edizioni per la cultura della costruzione.

Negli ultimi anni le sinergie con le riviste sorelle *Tracés* e *Archi*, così come con la piattaforma multimediale *spaziium.ch*, si sono rafforzate e non sono mancati episodi di reciproca collaborazione: numeri speciali, dossier, eventi, gite e workshop hanno rinsaldato i nostri rapporti.

Testimoni e protagonisti di una fase di profondi cambiamenti nello scenario me-

diatico internazionale, siamo consapevoli di essere solo all'inizio di un percorso di crescita sempre pronto a mettersi in discussione, che si esprime con delle parole chiave ormai a noi familiari: Baukultur, interdisciplinarietà, qualità, critica, innovazione, sostenibilità, spazio pubblico, abitare collettivo, tutela dell'ambiente, del territorio e del paesaggio, protezione del patrimonio storico, concorsi... Un'avventura condivisa che ci dà l'opportunità di riflettere sui rischi, le possibilità e gli strumenti necessari per affrontare questa difficile traversata verso un cambio di paradigma.

Insieme alla redazione di *Archi* non posso che augurarvi di seguire la vostra *buona stella* con l'energia necessaria a mantenere il timone saldo di fronte alle sfide che ci pone davanti un mercato editoriale particolarmente agitato.

Buon anniversario!!!



Novità nel consiglio di amministrazione di espazium, verso un rinnovamento



Henning Weiss e Katharina Hemmer sono stati eletti nel consiglio di amministrazione di espazium. Entrambi sono interpreti del processo di trasformazione strategica che è in corso nella casa editrice e nei suoi media. Al contempo, Pia Durisch, che non ha sollecitato un nuovo mandato, è stata calorosamente ringraziata per il suo contributo.

Guidare con successo la casa editrice verso una nuova era è il compito primario del consiglio di amministrazione; per poterlo svolgere con sempre maggior successo, tramite un rafforzamento di

competenze strategicamente importanti, nella riunione del 7 giugno 2024, sono stati eletti due nuovi membri e salutata l'architetta Pia Durisch.

I nuovi eletti sono Henning Weiss e Katharina Hemmer. Weiss è attualmente studente di Master in Architettura e Critical Urbanisms. Hemmer è publicista e direttrice di «Republic Magazine».

La loro entrata nel consiglio di amministrazione caratterizzerà positivamente l'evoluzione futura di Espazium e dei suoi media.

Forum dell'edilizia residenziale di utilità pubblica

Paola Bernasconi

Ospitato per la prima volta in Ticino, l'incontro si terrà a Mendrisio il 13 e 14 settembre. Sarà dedicato all'edilizia popolare e alle sue implicazioni dal punto di vista architettonico e sociale.

L'evento, organizzato dalla CASSI – cooperative d'abitazione svizzera in collaborazione con il Dipartimento ambiente costruzioni e design (DACD) della SUPSI, è patrocinato dall'Ufficio federale delle abitazioni e dal Dipartimento della sanità e della socialità.

ca», si avvierà *Focus Ticino*, incontro aperto al pubblico dove sarà presentato l'Osservatorio dell'alloggio nel Cantone Ticino mettendo l'accento sull'offerta di abitazioni a pigione sostenibile. Garantire questa offerta a fasce di popolazione in difficoltà economica, in strutture che intendono l'abitare come qualcosa di cooperativo e collettivo, è una necessità che chiama in causa Cantoni, Comuni e proprietari di immobili e di terreni, e tutte le principali discipline che interessano la Baukultur.

Con il titolo «Utilizzare il potenziale – Opportunità per più alloggi di utilità pubbli-

per ulteriori informazioni:
<https://www.forum-wohnen.ch/it/>



Nel prossimo numero di Archi disponibile dal 7 ottobre 2024

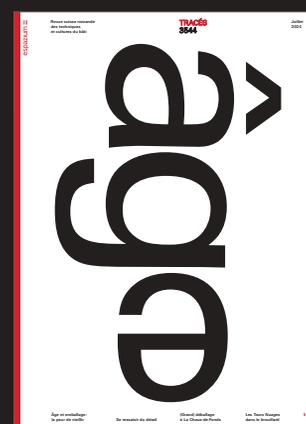
«Forme di qualità urbana»

Dello stesso editore:



TEC21 15/2024
12 luglio 2024

Alles ausser gewöhnlich –
Neue Planungsmethoden für Sicherheit und Nachhaltigkeit
– Mit Simulationen planen |
«Beim Hortus ist der Rohbau gleich der Ausbau»
espazium.ch/de



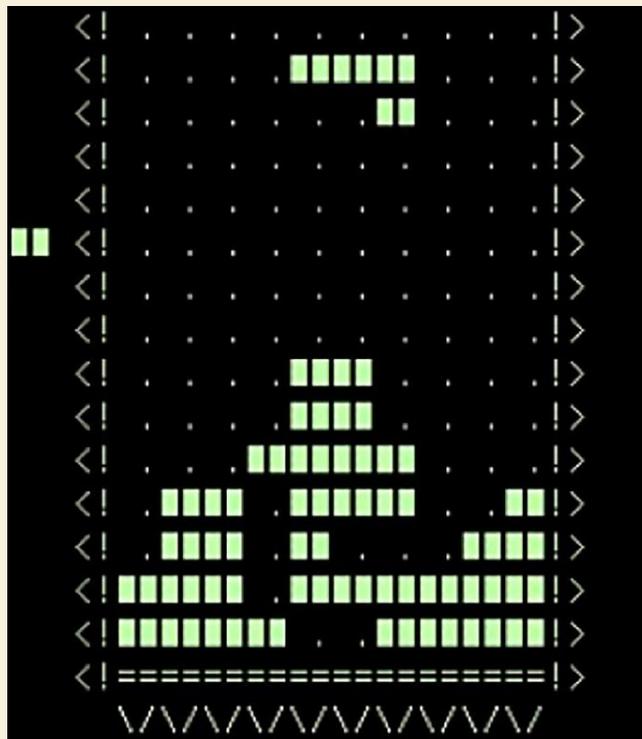
TRACÉS 7/2024
12 luglio 2024

Âge et emballage: la peur de vieillir
– Se ressaisir du détail. Intégrer le temps long architecture
– (Grand) déballage à La Chaux-de-Fonds
– Les Tours Nuages dans le brouillard
espazium.ch/fr

Tbilisi sospesa

Gabriele Neri

- 1 Giorgi Chakhava, Temur Tkhlava, Zurab Jalagania, Alexander Kimberg, ex Ministero dei Trasporti, ora sede della Banca di Georgia, Tbilisi 1974. Foto di Gabriele Neri, 2024
- 2 Schermata del videogioco *Tetris*, inventato nel 1984 da Aleksej Leonidovič Pažitnov a Mosca



1+2

Visitate Tbilisi! Tra le molte ragioni per farlo ci sono anche quelle architettoniche, dal momento che nella capitale georgiana, oltre a meraviglie di tempi più lontani, durante il XX secolo si è sviluppata una cultura del costruire particolarmente originale, in bilico tra il più ampio panorama russo-sovietico e specificità locale.

I russi giunsero qui all'inizio dell'Ottocento, trovando una città da poco rasa al suolo (nel 1795) e dunque da reinventare. Se allora l'architettura prese le forme di un peculiare ibrido tra il neoclassicismo di San Pietroburgo e l'invenzione di un Oriente domestico cantato da Puškin e Tolstoj, nel Novecento la città si rinnovò seguendo il corso dell'ideologia sovietica, tra demolizioni e costruzioni, retorica e sperimentalismo.

Ad esempio, il parlamento in stile stalinista, oggi spogliato di falce e martello, fu eretto sulle fondamenta della grande cattedrale russo-ortodossa distrutta per l'occasione. Soprattutto dopo la morte di Stalin, Tbilisi si aprì invece a sperimentazioni che guardavano tanto al resto dell'URSS quanto al mondo.

Tra i tanti, scegliamo di raccontare uno degli edifici più vistosi e radicali: la sede del Ministero dei Trasporti, costruita nel 1974 su progetto di un gruppo di ar-

chitetti con a capo George Chakhava, che allo stesso tempo era anche il relativo ministro. L'edificio si sviluppa su di un terreno in pendenza sul fiume Kura, con due torri di 17 piani per scale e ascensori alle quali si appendono cinque blocchi orizzontali a due piani ognuno. Basta un'occhiata per suscitare un parallelo forse banale ma efficace: quello con Tetris, il celebre videogioco basato sulla composizione interattiva di tetramini, forme geometriche piane composte da quattro quadrati. Il parallelo tuttavia si ferma qui, dal momento che il gioco fu inventato solo nel 1984 dal programmatore russo Aleksej Leonidovič Pažitnov.

Piuttosto, la strategia di sospendere in aria i vari blocchi puntava a ridurre l'impatto sul terreno, idea già nota agli architetti moderni ma qui declinata nei termini di una «Space City» fortemente integrata con la natura. Chakhava pensava alla logica degli alberi: «tra la terra e le chiome, le colonne, ci sono molti spazi liberi per altri esseri senzienti per creare un mondo armonioso ed equilibrato con la foresta».

L'edificio ha seguito la storia travagliata della Georgia dopo la caduta dell'URSS. Per tanti anni è rimasto abbandonato, ma con la rinascita della città è stato dichiara-

to Monumento Nazionale (2007); subito dopo è stata effettuata una profonda ristrutturazione per convertirlo in sede centrale della Banca di Georgia, con l'aggiunta di un volume vetrato con funzione di ingresso, simile a un Apple Store.

Come in molti altri luoghi della città, il restyling dell'edificio è parte del processo di ricostruzione dell'identità nazionale, dopo il decennio buio post-indipendenza (1991) e la rinascita seguita alla Rivoluzione delle Rose (2003). Anch'essa fu foriera di costruzioni eclatanti (i ponti e gli edifici in acciaio e vetro di Michele De Lucchi e Fuksas), distruzioni ideologiche e riconversioni virtuose («Fabrika», ex fabbrica di tessuti, oggi è ostello e centro culturale, con enorme bandiera ucraina all'ingresso). Le manifestazioni che hanno occupato le piazze nella prima parte di quest'anno, per protestare contro la cosiddetta «legge russa» che minaccerebbe la libertà d'espressione, dimostrano come le tensioni del secolo scorso siano tutt'altro che sopite. Anche di questo parlano gli edifici della città, sospesi in un continuo processo di rideterminazione semantica, con cui la forma dell'architettura cerca di tenere il passo.

Afferrare l'incalcolabile

Mercedes Daguerre

Archi riprende in questo numero un filone storico dell'ingegneria elvetica già indagato in precedenza presentando personalità e rapporti significativi del dibattito internazionale del XX secolo (*Archi* 3/2018, 5/2019, 5/2020, 5/2021). Il tema si riallaccia inoltre alla questione della specificità svizzera nell'impiego della *maquette* e alle peculiarità del *modello fisico* quale strumento di soluzioni strutturali innovative, per le quali in passato i procedimenti di calcolo analitico disponibili erano insufficienti (*Archi* 6/2020).

In questo ambito, Heinz Isler (1926–2009) è uno degli ingegneri più noti per la progettazione di volte sottili in cemento armato, sia semplici gusci definiti attraverso il principio della membrana pneumatica, sia quelli più complessi configurati con il metodo del telo sospeso. Il suo obiettivo era costruire con minimo dispendio di materiale e di tensione, esplorando le leggi della natura in quanto processo biologico. La sua ricerca si contraddistingue per l'uso di modelli fisici adatti a *trovare* – non solo verificare – la forma ottimale, fonte primaria di conoscenza per indagare le possibilità statiche di tipologie non convenzionali durante il ciclo di progettazione e costruzione. Non a caso, la critica colloca il suo approccio sperimentale nel quadro più ampio delle esperienze del *form finding*: metodo efficace per la progettazione concettuale delle strutture che genera geometrie impossibili da esprimere solo con equazioni matematiche. Molti autori hanno analizzato nell'ultimo decennio similitudini e differenze con figure coeve quali Frei Otto (1925-2015), Sergio Musmeci (1926-1981), Félix Candela (1910-1997) o Ulrich Müther (1934-2007), riconoscendo debiti e legami con i pionieri dell'orientamento empirico quale prassi privilegiata per vagliare il comportamento delle strutture.

Pregio del testo di apertura è infatti quello di collocare la produzione di Isler all'interno di una *timeline* generazionale che si avvia con l'affermazione dell'ingegneria moderna, individuando principi resilienti e punti di rottura nei passaggi fondamentali del percorso di perfezionamento strutturale: la sua sarà la generazione dei «*greatests*» – ricorda Iori –, quella in cui «l'ottimizzazione acquista un nuovo contenuto estetico». Una lettura in cui «Isler non ci appare più come un solitario sperimentatore [...] ma come un ingegnere perfettamente in linea con il suo tempo [...]». Per di più Boller e D'Acunto sottolineano che la sua metodologia di lavoro e l'ardita concezione spaziale dei suoi gusci sottili esercitano un'influenza rilevante sulla progettazione strutturale contemporanea: «In questo contesto il lavoro di Isler è ancora più attuale. I suoi modelli fisici rappresentano dispositivi di ricerca in piccola scala utili a risolvere problemi legati al rapporto tra forma, flusso di forze e materiali».

La prolifica attività professionale, svoltasi nello studio di Lyssachsachen e nel giardino della sua casa di Zuzwil (laboratorio all'aperto di test ingegnosi con l'acqua, la neve e il ghiaccio), registra nel corso della sua carriera una produzione di oltre mille gusci in calcestruzzo o in materiali plastici, tra cui alcuni costruiti nel Cantone Ticino, illustrati nelle schede delle prossime pagine con disegni anche inediti provenienti dalla documentazione del fondo Isler, conservato nell'Archivio gta dell'ETHZ.

Dai contributi seguenti Isler emerge come uno dei protagonisti della *modellazione strutturale*, tecnica sperimentale che nasce e si diffonde in una precisa fase della cultura progettuale, tra gli anni Trenta e Settanta del Novecento. Retrospettivamente egli diventa un testimone di spicco di quel periodo di transizione della disciplina verso il nuovo millennio, ormai superato dalle inedite potenzialità offerte dalle tecnologie informatiche e dall'uso del modello virtuale in campo edilizio. Come segnalano ricerche recenti, nonostante alcuni di questi nuovi strumenti siano stati utilizzati da Isler per automatizzare i calcoli ripetitivi o verificare risultati, egli rimase sempre fedele ai modelli fisici adoperati nell'iter progettuale, oggi riconosciuti come precursori dei modelli computazionali (Sardone; Ranaudo). Lo scetticismo dell'ingegnere svizzero verso i nuovi orizzonti della *modellazione parametrica* si esprime esplicitamente in uno dei suoi scritti (*Moderner Schalenbau*, 1992), che lascia ancora aperte una serie di questioni sul ruolo dell'intuizione in un mondo dominato dalla cultura digitale: «Un ulteriore pericolo dei calcoli elettronici – avverte Isler – risiede nel fatto che il computer può rispondere solo alla domanda che abbiamo formulato. Non è in grado di dare una risposta a interrogativi che non abbiamo enunciato perché non ci siamo accorti di certi problemi o non li abbiamo sperimentati. Il modello olistico (fisico) invece, è in grado di farlo».

«Qual è la forma migliore, o addirittura la forma corretta? Questa rimarrà la domanda cruciale»

Heinz Isler, 1997

Grasping the incalculable

Mercedes Daguerre

«What is the best form, or even the correct form? This will remain the crucial question.»

Heinz Isler, 1997

This issue of *Archi* picks up a historical thread of Swiss engineering investigated in the past, by presenting significant personalities and relationships involved in the international debate in the 20th century (*Archi* 3/2018, 5/2019, 5/2020, 5/2021). The theme also links back to the question of Swiss specificity in the use of the *maquette*, and the particular features of the *physical model* as a tool for innovative structural solutions, for which the procedures of analytical calculation in the past were insufficient (*Archi* 6/2020).

In this context, Heinz Isler (1926–2009) is one of the engineers known best for the design of thin reinforced concrete shells, both simple shells formulated through the principle of the pneumatic membrane, and more complex ones configured with the method of the hanging cloth. His objective was to build with minimum expenditure of material and tension, exploring the laws of nature as a biological process. His research stands out for the use of physical models designed to *find* – not just to test – the optimal form, a primary source of knowledge to investigate the static possibilities of unconventional types during the cycle of design and construction. Not by chance, critics have located his experimental approach in the wider context of experiences of «form finding»: an effective method for the conceptual design of structures that generates geometries that would be impossible to formulate only with mathematical equations. Many authors over the last decade have analyzed the similarities and differences with figures of the same time range, such as Frei Otto (1925–2015), Sergio Musmeci (1926–1981), Félix Candela (1910–1997) or Ulrich Müther (1934–2007), indicating debts and ties with the pioneers of empirical orientation as a preferred praxis to evaluate the behavior of structures.

The value of the opening text lies, in fact, in the placement of Isler's production within a generational timeline that begins from the rise of modern engineering, identifying resilient principles and breaking points in the fundamental passages of the path towards structural perfection: his generation was to be that of the «greatest» – Iori reminds us – that in which «optimization takes on new aesthetic content.» An interpretation in which «Isler does not appear to us as a solitary experimenter [...] but as an engineer perfectly in line with his time [...].»

Moreover, Boller and D'Acunto underline the fact that his working method and the bold spatial conception of his thin shells have been a major influence on contemporary structural design: «In this context Isler's work is even more timely. His physical models represent research devices on a small scale useful to resolve problems connected with the relationship between forms, flow of forces and materials.»

The prolific professional activity conducted in the studio at Lyssachschachen and in the garden of his house in Zuzwil (an outdoor laboratory for ingenious tests carried out with water, snow and ice), amounts during the course of his career to the production of over 1000 shells in concrete or plastic, including some constructed in Ticino, illustrated in the profiles on the following pages with drawings, some of which never published elsewhere, taken from the documentation of the Isler collection, conserved in the gta Archives of ETH Zurich.

From the following contributions, Isler emerges as one of the protagonists of *structural modeling*, an experimental technique that arose and spread in a precise phase of design culture, from the 1930s to the 1970s. In retrospect, he becomes an outstanding witness of that period of transition of the discipline towards the new millennium, now surpassed by the unprecedented potentialities offered by computer technologies and the use of virtual models in the field of construction. As recent research shows, although Isler did make use of some of these new tools to automate repetitive calculations or to check results, he remained loyal to the physical models utilized in the design process, now recognized as precursors of computational models (Sardone; Ranaudo). The skepticism of the Swiss engineer regarding the new horizons of *parametric modeling* is explicitly expressed in one of his writings (*Moderner Schalenbau*, 1992), which leaves open a series of questions on the role of intuition in a world dominated by digital culture: «A further danger of electronic calculations – Isler warns – lies in the fact that the computer can only answer the question, which we asked. He is not able pointing to questions which we did not raise because we did not realize or experience certain problems. The holistic (physical) model however is capable of doing this.»

Isler, ingegnere del suo tempo

Tullia Iori

Storica dell'ingegneria, responsabile scientifico progetto SIXXI, Università di Roma TorVergata

Heinz Isler (1926-2009) è stato uno dei protagonisti dell'ingegneria mondiale del Novecento. Ha segnato, a 33 anni, in un celebre intervento a un convegno a Madrid, l'irrecuperabile rottura con gli ingegneri della generazione immediatamente precedente – come Pier Luigi Nervi (1891-1979), Ove Arup (1895-1988), Eduardo Torroja (1899-1961) – rappresentando inconsapevolmente la sua generazione, che comprende i coetanei Sergio Musmeci (1926-1981) e Frei Otto (1925-2015).

Proviamo ad approfondire le differenze tra queste «coorti», giocando – non senza una certa ironia – con le classiche *timeline* della teoria generazionale (che si riferiscono, come è noto, alla storia sociale americana e quindi sarebbero qui assai poco pertinenti). In quelle cronologie, la generazione di Nervi è chiamata la «lost generation» mentre quella di Isler la «greatest generation».

Gli ingegneri nati alla fine dell'Ottocento (la generazione «perduta», dunque, che abbiamo citato sopra) sono quelli che studiano all'università un materiale tutto nuovo, il cemento armato, e lo adottano. Hanno evidentemente un approccio diverso da quelli che si sono formati subito prima, rappresentati per esempio da Robert Maillart (1872-1940) o Eugène Freyssinet (1879-1962), che incontrano la nuova materia nella loro professione strada facendo e la usano, in qualche senso, da «autodidatti». Questa generazione di pionieri vive in un contesto ancora molto influenzato dalla cultura ottocentesca, che aveva scoperto l'acciaio, e prima il ferro pudellato e prima ancora la ghisa come materiali per la costruzione: e bastano pochi grandi salti per passare alla generazione di Gustave Eiffel (1832-1923), poi a quella di Robert Stephenson (1803-1859), di Marc Seguin (1786-1875), di Thomas Telford (1757-1834) e così via indietro nel tempo.

Quali sono i principi di base della progettazione ingegneristica che permangono tra le varie generazioni? La cultura dell'ingegnere, in tutti i tempi, si basa sulla ricerca della soluzione migliore di un problema. Ma migliore in che senso?

Nei procedimenti convenzionali della progettazione strutturale, il primo passo consiste nello scegliere – tra tutte le tipologie già sperimentate – una soluzione «adatta» per tipo e per forma: il progettista, in base alla sua esperienza e alle sue preferenze, predimensiona gli elementi in base ai carichi possibili e, infine, applica – a mano o con l'aiuto di uno strumento, oggi informatico – il calcolo della meccanica delle strutture per verificare la stabilità e per valutare le sollecitazioni e le defor-

1 Modello di studio delle centine necessarie per la realizzazione della struttura del supermercato Migros di Bellinzona. Isler costruiva i modelli di studio secondo le fasi costruttive che avrebbe poi seguito in cantiere





2

mazioni. Questa sequenza di operazioni serve a prevedere il comportamento strutturale e si basa sulla ripetizione di modelli consolidati.

Di grande interesse – e promotore di sviluppo e innovazione – è da sempre il procedimento inverso: cercare la forma migliore per soddisfare i parametri progettuali noti, cioè vincoli esterni e carichi.

Dall'epoca moderna, questa ricerca si caratterizza come tensione verso il minimo. Anche in epoca classica, in verità, il minimo aveva avuto la sua fortuna, ma prende l'autorità dell'assioma solo dopo Galileo Galilei e le sue «nuove scienze». Galileo afferma che «par ben ragionevole, anzi pur necessario» togliere il «superfluo» se quello che resta è ugualmente resistente.

Per l'ingegnere moderno, il minimo è razionalità (sia che ne ritrovi il paradigma nella natura oppure, all'opposto, nella scienza); è economicità (perché consente di ridurre il consumo di materiale e quindi il peso e il costo; ma anche di ottimizzare il modo di costruire e i relativi tempi); è bellezza (intesa come essenzialità figurativa).

Nell'evoluzione dell'ingegneria moderna, si riconoscono alcuni passaggi fondamentali nel percorso di ottimizzazione strutturale. All'inizio dell'Ottocento, con l'arrivo sul mercato dei materiali metallici a costi competitivi, si fa per esempio strada la trave in ferro pudellato sagomata a doppio T, per sfruttare al meglio la sezione nella configurazione di appoggio-appoggio, adattandola all'andamento triangolare a farfalla della sollecitazione di flessione in un materiale elastico. È un processo di ottimizzazione lento, non privo di casualità e ibridazione involontaria, ma riesce bene e viene spesso narrato come un percorso consapevole molto più di quanto non sia stato in realtà.

Poi, la flessione è riconosciuta come la «peggiore» delle tensioni, visto che la presenza ineluttabile dell'asse neutro (dove il materiale certamente non lavora) rende il concetto stesso di ottimizzazione poco applicabile (nel frattempo Stephenson, a metà secolo, si accorge, grazie a un modello, che una trave iperstatica continua su più appoggi ha una risposta «migliore» in termini di sollecitazione del materiale rispetto

all'analoga soluzione a travi appoggiate multiple e costruisce così secondo il nuovo modello il suo Britannia Bridge).

Quando nella seconda metà dell'Ottocento si sviluppano le strutture reticolari, l'ottimizzazione nell'impiego del materiale diventa decisamente più efficace: nelle aste che confluiscono nei nodi la sollecitazione è solo assiale e rigorosamente costante nella lunghezza, quindi basta dimensionare la sezione trasversale sfiorando il limite della resistenza a trazione o a compressione del materiale e l'ottimo è raggiunto. È la sfida di Eiffel, obbligato a vincere le gare d'appalto offrendo massimi ribassi, che raggiunge livelli di precisione di calcolo tali da avere ricadute immediate sull'economia della costruzione.

L'avvento del cemento armato, a inizio Novecento, riporta in auge la flessione, affrontata questa volta con un materiale eterogeneo, che può essere adattato e quindi ottimizzato per la distribuzione a farfalla: nello strano matrimonio tra acciaio e calcestruzzo, la spartizione dei compiti consente all'armatura di lavorare esclusivamente alla sollecitazione più congeniale, la trazione, lasciando al composto cementizio il ruolo di assorbire la compressione. Nonostante la capacità di progettisti come Maillart di sagomare ponti facendoli coincidere con il diagramma del momento o di disegnare travi reticolari panciute secondo principi di equisollecitazione, è presto chiaro che con il cemento armato non si raggiungerà mai l'ottimo della massima sollecitazione contemporanea dei due materiali, paradosso che spinge verso soluzioni alternative assai più razionali ma comunque di imperfetta ottimizzazione (come il cemento armato precompresso).

Sono le volte sottili, nella prima metà del Novecento, a recuperare, ancora una volta, la ricerca galileiana dell'ottimo strutturale: superfici di cemento armato a comportamento membranale, così sottili da rifiutare la rigidità flessionale, vengono sagomate per rispondere per forma alle sollecitazioni. Se la resistenza deve essere garantita dalla forma invece che dalla massa, occorre allora ricercare la «forma resistente» ottima. Franz Dischinger (1887-1953) esperisce le sagome tradizionali (cupole e volte e le loro combinazioni sinclastiche) e Torroja prova le superfici a doppia

curvatura inversa (le rigate, in particolare, come gli iperboloidi di rotazione a una falda), assemblate in composizioni che introducono nell'architettura strutturale forme inedite anche se riconducibili a rigorose formule matematiche. Ma è soprattutto la ricerca di Nervi a farci entrare nell'approccio progettuale di questo periodo: Nervi, come è noto, inventa un materiale, il ferrocemento, di spessore minimo, per realizzare le sue coperture plissettate o nervate (volte e cupole prevalentemente), assemblando poi come in un puzzle migliaia di pezzi preparati a terra. Il nuovo sistema di costruzione è la sua risposta all'autarchia, cioè alle restrizioni all'importazione dei materiali dall'estero che il regime fascista adotta propagandisticamente dal 1936 per rispondere alle sanzioni della Società delle Nazioni seguite all'invasione dell'Etiopia. Dunque, per Nervi la soluzione «migliore» è quella che fa risparmiare i materiali non italiani (come il legno e il tondino di acciaio per le armature): è questo il criterio di ottimizzazione che, applicato poi nel dopoguerra, lo condurrà ai suoi capolavori.

Nella seconda metà del Novecento le cose cambiano. Si assiste a un nuovo successo delle strutture discrete: le strutture reticolari spaziali, a nodi tridimensionali identici e industrializzati, riavviano le ricerche sul calcolo e sull'ottimizzazione almeno della sollecitazione assiale ma curiosamente i più interessanti sperimentatori sono ancora della generazione «perduta», Buckminster Fuller (1895-1983), soprattutto.

Intanto, è il tempo di una nuova generazione, che prende però due strade ben distinte. Da una parte, dopo aver saturato la sperimentazione sui reticoli tesi o compressi, prevale l'orientamento a preferire la trazione rispetto alla compressione, per via del noto fenomeno dell'instabilità a carico di punta che impedisce di sfruttare il materiale compresso fino alla sua effettiva resistenza ultima. Lo sviluppo delle tensostrutture si inserisce in questo processo, riportando al centro dell'attenzione anche le ricerche di ottimizzazione delle forme resistenti continue: le tensostrutture, prima assemblate con reti di funi, poi tesando membrane, individuano superfici minime equitese e a doppia curvatura inversa. Le strategie di *form finding* messe a punto in questi anni, soprattutto da Otto, sono esclusivamente basate su modelli fisici in scala ridotta, sui quali per tentativi cercare la forma ottimizzata ai carichi esterni e verificare diretta-

mente la resistenza con prove di carico miniaturizzate e indagini in galleria del vento.

Analoghe sperimentazioni sono condotte contemporaneamente sulle volte sottili, abbandonando la prigione delle regole matematiche e spaziando nell'inesauribile campo delle forme libere. Arriva a quest'altezza cronologica l'articolo del 1959 con cui Isler presenta, al primo congresso dell'*International Association for Shell Structures*, le sue proposte di *New Shapes for Shells*. La «generazione perduta» gli scatena contro ovviamente una vivace polemica: sulla fattibilità costruttiva, per l'eccessivo costo delle casseforme; sui rischi di una simulazione statica condotta solo su eccitanti modelli in scala, esentati dai problemi di cantiere; infine, sulla compatibilità architettonica di forme generate appendendo tessuti sottili irrigiditi con il gesso o lasciando che pellicole saponose suggeriscano la superficie minima equitese data un perimetro di vincolo.

Un approccio molto simile, anche in termini di fortuna critica, è quello di Sergio Musmeci, che nel 1967 sagoma il ponte sul Basento a Potenza assecondando la stessa ricerca di superficie minima equicompressa, aiutandosi con modellini confezionati con fili di cotone e membrane saponose, poi con gomma in trazione e infine con modelli in grande scala di microcemento: la forma strutturale per Musmeci è rigorosamente conseguenza del principio di minimo strutturale, ma non solo. Musmeci dedica gran parte del suo volumetto *La Statica e le strutture*, pubblicato nel 1971, proprio al tema «La qualità di una struttura e il minimo strutturale», riconoscendo che la riduzione dell'impiego di materiale debba essere ricercata sia per ridurre gli ingombri e migliorare l'efficienza della struttura, sia per più importanti ragioni di carattere estetico, che spingono il progettista verso strutture il più possibile «essenziali ed espressive».

Musmeci ha, infine, un sogno: «io penso che un giorno, forse non molto lontano, sarà questo il modo di progettare di uno strutturista creativo: il calcolo automatico, lungi dal limitare le sue possibilità di immaginazione, ne rappresenterà un efficiente supporto, oltre che un potente mezzo di amplificazione della loro portata e della loro presa sulla realtà».

Le ricerche compiute dagli strutturisti delle generazioni successive gli danno ragione: l'approccio dell'ottimizzazione strutturale si rilancia verso la fine del secolo attraverso il nuovo strumento della modellizzazione digitale. Il

- 2 Modello in scala ridotta del guscio del supermercato Migros di Bellinzona. Si presume che questo sia servito per osservare la geometria e la dimensione dell'opera
- 3 Modello del guscio realizzato per studiare le fasi costruttive, compresa la posa dei pannelli che avrebbero costituito la cassaforma a perdere in cantiere



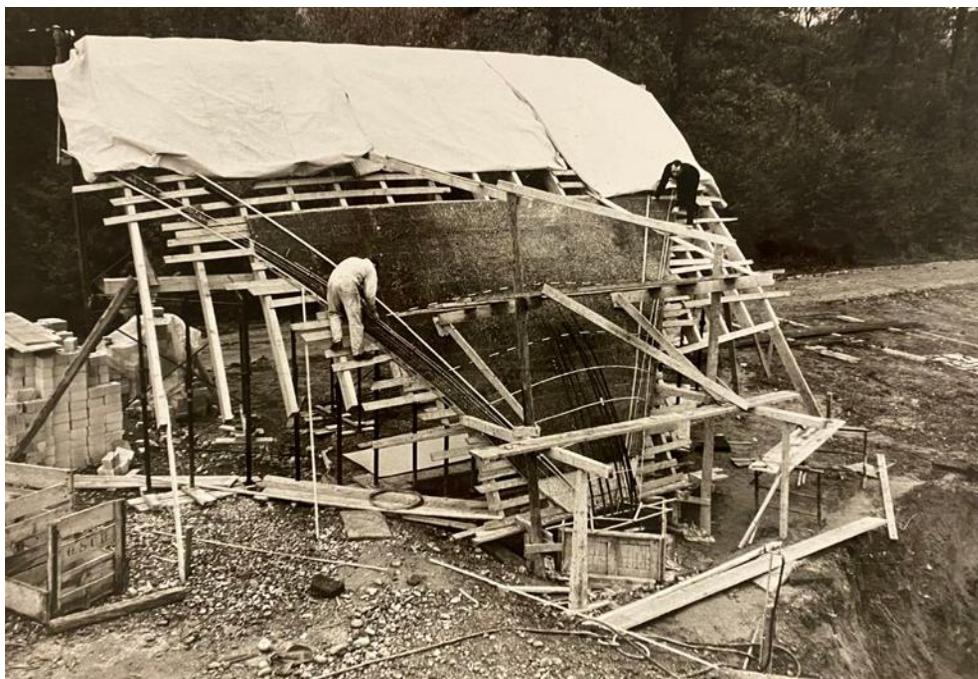


Fig. 4

4 Mock up del dettaglio di appoggio del guscio a terra. Si può osservare come Isler, per affinare la progettazione e l'esecuzione del guscio, si sia avvalso di svariati modelli realizzati a scale diverse

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)

fine dello sfruttamento ottimo del materiale viene raggiunto attraverso forme resistenti modellate non grazie a modellini fisici artigianali ed empirici, ma a complessi modelli digitali, resi possibili dall'inarrestabile crescita della potenza di calcolo dei computer, anche i più economici da tavolo.

A dire il vero non è bastato, come ipotizzava Musmeci, solo lo sviluppo dei processori: sono servite anche teorie complesse di ricerca operativa, in particolare lo sviluppo di algoritmi evolutivi, ovvero tecniche informatiche derivate dalla biologia e dalla teoria darwiniana: l'idea è imitare i passaggi genetici che hanno condotto all'evoluzione delle strutture presenti in natura e che si basano in parte su meccanismi di ibridazione casuale e in parte sul concetto di sopravvivenza del più adatto. In questo contesto, operano gli ingegneri della generazione dei «Boomers», con i due estremi di Mutsuro Sasaki (1946) con la sua *sensitivity analysis* e di Laurent Ney (1964), talentuoso ottimizzatore almeno nella prima parte della sua carriera.

Ora, tracciato questo schizzo impreciso e non esaustivo e limitandoci ai progettisti del cemento armato, si possono riconoscere i caratteri distintivi degli approcci di ottimizzazione delle diverse generazioni a confronto.

Nelle generazioni pionieristiche, che per prime hanno a che fare con il nuovo materiale, prevale l'idea che il minimo sia razionalità, anche alla luce dell'influenza della ricerca ottocentesca, dedicata alla messa a punto di una rigorosa teoria generale dell'elasticità capace di spiegare matematicamente il comportamento delle strutture.

Per la generazione «perduta», che vive direttamente la Seconda Guerra Mondiale e in qualche caso anche la prima, cresciuta in un rigore etico e morale assoluto e che deve fare i conti con la povertà, la fame e la penuria di materiale che viene requisito per scopi bellici, prevale certamente un criterio di ottimizzazione economica, che passa per la riduzione dell'uso della materia e dei costi in favore degli interessi generali della popolazione.

Per la generazione successiva – quella dei «greatest», laureati a guerra finita – l'ottimizzazione acquista un nuovo contenuto estetico: le opere di Isler, Musmeci e Otto non sono «migliori» perché riducono i costi del cantiere o il peso dei materiali, ma perché generano forme nuove, che rispondono – ottimizzate – a un desiderio di modernità cresciuto durante il boom economico. Le loro strutture, inedite, uni-

che, originali, sono percepite come belle per la forma che resta sempre essenziale ma non è più elementare, basica, scontata. Il giudizio di arbitrarietà, espresso dai «padri perduti», le marcia per anni: ma indicano la via ai «Boomers». Saranno loro a dare nuovi significati al principio di minimo, individuando un approccio di ottimizzazione «pop» che soddisfa le esigenze di spettacolarità della committenza, che al minimo costo attuale preferisce il rientro economico nel tempo, giustificato dall'investimento turistico, attraverso l'attrattiva estetica della struttura per il grande pubblico dei viaggiatori planetari.

Così, ecco che Isler non ci appare più come un solitario sperimentatore, isolato nel suo cantone svizzero e sottoposto a revisione postuma del giudizio negativo sulle sue architetture capricciose, ma come un ingegnere perfettamente in linea con il suo tempo, maestro della sua generazione, espressione di un processo storico in continua evoluzione.

Isler, an engineer of his time

The essay explores the evolution of the criteria of structural design from the 1800s to the present, contextualizing the work of Heinz Isler, a central figure in the field of structural engineering in the 20th century. The author, with a certain irony, makes reference to generational theories and the names with which the various generations are classified. The generation that made pioneering use of reinforced concrete, influenced by the theoretical research of the 19th century, concentrated on the rationality of structures, convinced that mathematical theory could precisely explain their behavior. The next generation, often defined as «lost», had to come to terms with the shortage of materials and resources caused by the two World Wars. Raised in a context of ethical and moral rigor, these designers adopted criteria of optimization, reducing the consumption of materials and costs to respond to the general interests of the population. In the generation to follow, known as the «greatest generation», for the designers taking degrees after the war optimization took on a new aesthetic meaning. Isler, Musmeci and Otto created innovative works that represented a desire for modernity, inevitably criticized by their predecessors. Finally, the generation of the «Boomers» assigned new meanings to optimization, utilizing a «pop» approach that responded to the requirements of spectacle expressed by clients. In this context Isler, at times seen as a solitary experimenter in the past, instead emerges as a master of his generation, an expression of a historical process in continuing evolution.

Materializzare forme libere nello spazio

Giulia Boller

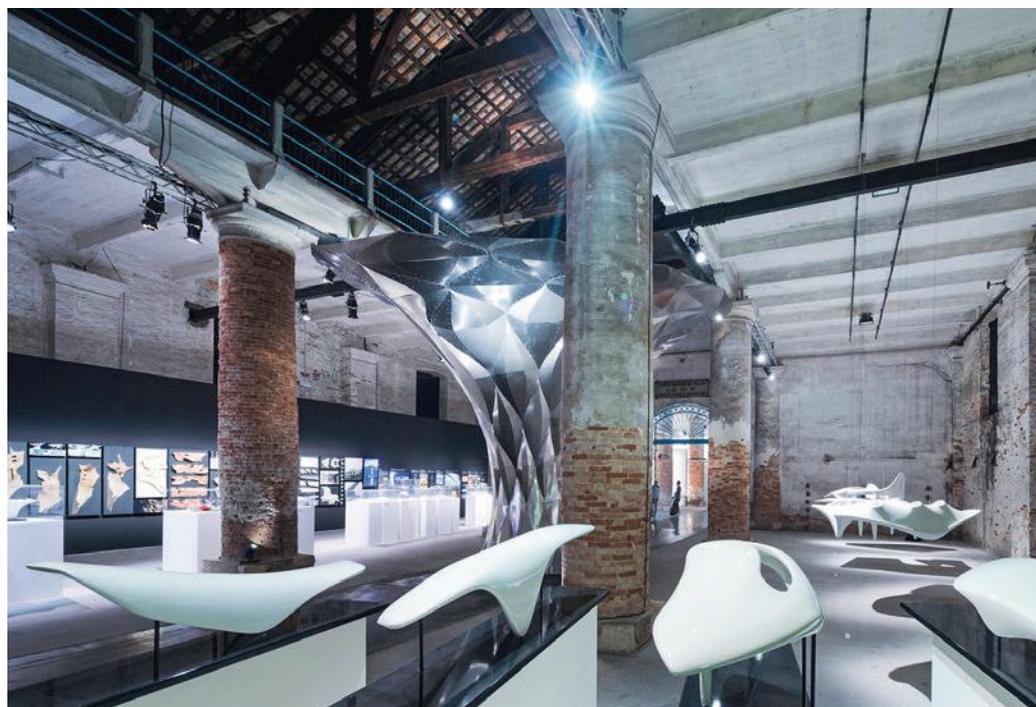
Docente e ricercatrice post-dottorato, ETHZ

Poco più di dieci anni fa, nella suggestiva Sala 1.9 delle storiche Corderie dell'Arsenale di Venezia, si apriva uno scenario avvolto nell'oscurità, animato solo da luci spot che accarezzavano misteriosi oggetti dalle forme fuori dall'ordinario. Le colonne in mattoni dividevano la sala in tre zone distinte collegate visivamente dalla ricorrenza di queste strane geometrie. Sulla destra, cinque modelli bianchi erano disposti in serie lungo lo spazio, sospesi nell'aria da cavi quasi invisibili nel buio. Altri quattro modelli erano posizionati su piedistalli scuri, accentuando il loro senso di astrazione rispetto alla realtà che andavano a rappresentare. Sulla sinistra, alcuni modelli fisici di colore bianco erano esposti in teche trasparenti e facevano da contraltare a oggetti, immagini e diagrammi appesi a una parete con sfondo scuro. Al centro della sala, una struttura-scultura a forma di fungo, composta da fogli di alluminio piegati e collegati tra loro, ostruiva il passaggio dei visitatori, costringendoli a dirigere il loro percorso attraverso gli spazi laterali per continuare la visita nelle sale successive. L'allestimento della sala era la sezione di Zaha Hadid Architects per la tredicesima Biennale di Architettura curata dall'architetto David Chipperfield nel 2012. Il tema di quell'anno era «Common Ground» e l'obiettivo era quello di mostrare come il lavoro dei maggiori protagonisti dell'architettura contemporanea fosse collegato alle esperienze del passato, nonostante la critica lo identificasse spesso come l'esito di realizzazioni autonome.

Geometrie complesse e fascinazione digitale

L'installazione di Venezia si colloca alla fine di un periodo di forte sperimentazione progettuale e formale in architettura, identificato col nome di *digital turn*.¹ Esso era nato all'inizio degli anni Novanta, favorito dal rapido sviluppo di tecniche digitali che avevano permesso la generazione e il controllo di geometrie complesse, con applicazioni in architettura. La capacità di manipolare direttamente linee curve sullo schermo del computer grazie a vettori e punti di controllo aveva comportato un ampio utilizzo di forme difficili da descrivere matematicamente con gli strumenti analitici tradizionali. Esplorazioni ardite si erano presto materializzate in geometrie curve e linee arrotondate, spesso lontane da una coerenza col loro comportamento strutturale. Forme scultoree alla scala dell'architettura avevano mostrato la possibilità di variazioni progettuali finalmente possibili a un costo moderato. Tuttavia, la fiducia nei confronti dei nuovi strumenti tecnologici aveva favorito una tendenza a un formalismo che aveva contribuito alla caratterizzazione stilistica di ogni ufficio d'architettura coinvolto in questo processo. Alcuni risultati

¹ Allestimento di Zaha Hadid Architects per la Biennale di Architettura, Venezia 2012. Fonte Zaha Hadid Architects, foto Iwan Baan



di queste esperienze architettoniche erano visibili nell'allestimento di Venezia. Osservando meglio i modelli bianchi fluttuanti nello spazio, si sarebbero potuti riconoscere l'ingresso della stazione ferroviaria Nordpark di Innsbruck (2004-2007), il Burnam Pavilion di Chicago (2009), l'Aquatic Centre per le Olimpiadi di Londra (2005-2011) o l'Heydar Alyev Centre di Baku (2007-2012). Nonostante il carattere futurista delle geometrie esposte nella sala, alcuni modelli appartenevano a collezioni d'archivio di progettisti del passato che avevano anticipato tali forme. Se il testo di accompagnamento all'installazione individuava nella scultura centrale un omaggio esplicito al lavoro dell'architetto tedesco Frei Otto, le teche contenevano modelli fisici in piccola scala dell'architetto spagnolo-messicano Félix Candela e dell'ingegnere svizzero Heinz Isler (fig. 2).

L'installazione a Venezia ha segnato il passaggio dalla mera esplorazione formale alla generazione di forme libere a partire da specifici parametri definiti dal progetto. Il riferimento agli esempi storici ha svolto un ruolo di primo piano in questo cambio di passo. Il modo in cui il lavoro di Isler e Candela è stato esposto testimonia due aspetti fondamentali che dimostrano la loro influenza sulla progettazione contemporanea tra le discipline dell'architettura e dell'ingegneria strutturale: la configurazione spaziale e il metodo di lavoro. Osservando le differenze tra gli oggetti contemporanei e quelli storici esposti nell'allestimento di Venezia è possibile comprendere meglio il ruolo del modello nella progettazione.

Modellazione di nuove forme

In architettura, il modello fisico costituisce uno strumento tecnico e comunicativo allo stesso tempo. Esso viene spesso fabbricato per facilitare la comprensione di un'idea progettuale, arricchendo la discussione con i collaboratori, il committente, l'appaltatore, gli operai, gli studenti, il pubblico ampio e specializzato.² Tuttavia, aiuta anche durante la concezione e lo sviluppo del progetto materializzando in scala ridotta idee di architetture future e visualizzando aspetti che non sono immediatamente riconoscibili con altre tecniche di rappresentazione. Essendo un oggetto tridimensionale, la sua materialità permette di studiare il progetto da diverse prospettive e di osservare contemporaneamente aspetti differenti. I modelli esposti nell'allestimento di Zaha Hadid Architects per la Biennale di Venezia non sono modelli di lavoro, ma modelli di presentazione che sottolineano l'aspetto geometrico delle architetture scelte astraendolo da qualsiasi altra caratteristica tecnica del progetto. Gli oggetti appesi che fanno riferimento ai progetti recenti dello studio invitano al contatto, consentono

di esaminarli da diverse angolazioni e persino di passare sotto di loro. Al contrario, i modelli di Isler e Candela sono esibiti su piedistalli e racchiusi in teche trasparenti, per essere ammirati come pezzi da museo. La maniera in cui i modelli di Isler sono stati presentati a Venezia è in contrasto con il modo in cui egli ha sempre lavorato, ma rivela una delle principali influenze del suo lavoro sulle moderne architetture caratterizzate da geometrie complesse: essere principalmente una fonte di ispirazione formale. Questo giustifica anche l'accostamento espositivo dei modelli di Isler con quelli di Candela. Nonostante essi rappresentino due approcci diversi tra loro, sia dal punto di vista del metodo progettuale che da quello costruttivo, entrambi fanno riferimento alla stagione d'oro dello sviluppo di gusci sottili in calcestruzzo armato, che ha visto il suo apice tra gli anni Cinquanta e Sessanta.³

Candela è noto per le sue strutture a paraboloidi iperbolici, la cui doppia curvatura garantisce un'eccellente resistenza per forma con un ridotto impiego di materiale. La tipologia strutturale permette grandi luci senza la necessità di appoggi intermedi, caratteristica particolarmente apprezzata nella progettazione di edifici industriali, come quello per la fabbrica della Bacardi a Puebla in Messico (1958-1961) che non a caso è stata rappresentata in uno dei modelli esposti a Venezia. Il paraboloidi iperbolico costituisce una forma rigata, caratterizzata dalla possibilità di descrivere la geometria tridimensionale attraverso linee rette disposte nello spazio, che si esplicitano in un sistema di equazioni lineari. Di conseguenza, oltre a ottimizzare il comportamento strutturale, le strutture di Candela avevano anche il vantaggio di poter ottimizzare i costi di costruzione grazie a casseforme costruite con elementi in legno rettilinei che seguivano le generatrici del guscio.⁴ Nonostante la similitudine formale, i gusci di Isler costituivano configurazioni molto più ardite proprio perché non controllabili con semplici formulazioni matematiche.

Con il suo approccio pionieristico alla progettazione delle strutture, Isler sfidò i più importanti ingegneri dell'epoca durante la conferenza inaugurale dell'*International Association for Shell Structures*, tenutasi a Madrid nel 1959. A poco più di trent'anni e arrivato direttamente dal servizio militare, presentò quello che sarebbe diventato il suo contributo più importante alla progettazione delle strutture a guscio in calcestruzzo armato (fig. 3). La sua breve presentazione propose un metodo alternativo all'individuazione di forme spaziali basato sull'uso di una serie di modelli fisici attraverso i quali si sarebbero potute ottenere nuove forme a guscio prima difficilmente concepibili con gli strumenti progettuali tradizionali.⁵ I metodi di ricerca della forma presentati



2 Allestimento di Zaha Hadid Architects per la Biennale di Architettura, Venezia 2012. In primo piano, modelli fisici di Heinz Isler; in secondo piano, studi parametrici di Zaha Hadid Architects. Foto Toni Kotnik

3 Heinz Isler, illustrazione delle possibili nuove forme libere a guscio proposta in occasione della prima conferenza *International Association for Shell Structures* a Madrid, 1959. Fonte H. Isler, *New Shapes for Shells*, «Bulletin of the International Association for Shell Structures», n. 8, Paper C3, 1961

prendevano spunto dall'osservazione di fenomeni naturali la cui forma era strettamente influenzata da principi fisici: cumulo di terra a forma libera, forma pneumatica, membrana appesa. Il primo metodo era basato sull'angolo di natural declivio del terreno, il secondo si riferiva alla superficie minima generata dall'aria insufflata in un oggetto chiuso ermeticamente, mentre il terzo si fondava sull'estensione del principio della catenaria nello spazio. Isler era affascinato dalla chiarezza formale degli elementi del mondo naturale, data dalla risposta a specifiche necessità. Il mondo naturale era uno stimolo per la sua creatività, osservandolo e manipolandolo nel giardino del suo ufficio.⁶ La forma a guscio – per cui egli sarebbe stato ricordato come progettista strutturale – era particolarmente interessante proprio perché rappresentava allo stesso tempo la struttura di supporto e lo spazio racchiuso intorno a essa, senza alcun elemento aggiunto.⁷

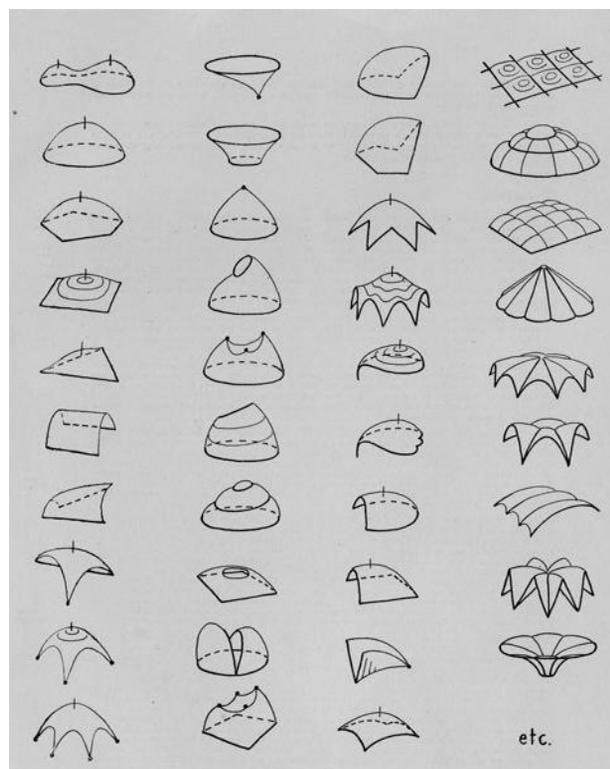
Non è un caso che la prima mostra dedicata ai suoi progetti sia stata chiamata *Nautilus*, dal nome di uno specifico tipo di conchiglia di un mollusco.⁸ Il rapporto diretto dei suoi gusci con le forme e i principi del mondo naturale ha sempre rappresentato una costante ed è visibile in diversi progetti. Tra questi, forse l'esempio più famoso è costituito dagli studi preliminari del progetto per la sede dell'azienda Sicli a Ginevra (1968-1969), dove preliminari modelli di studio hanno riprodotto la forma a conchiglia per integrare i due programmi architettonici di uffici e sito produttivo richiesti dal cliente.⁹

La chiarezza formale di un'unica forma libera tridimensionale come quelle di Candela e Isler ha profondamente influenzato i progettisti a cavallo tra gli anni Novanta e Duemila. Lo sviluppo di strumenti informatici per la visualizzazione e il controllo di geometrie curve ha finalmente permesso di controllare ciò che prima era stato possibile solo da un ristretto gruppo di persone tra le discipline dell'ingegneria e dell'architettura. Tuttavia, osservando la parete nera di fronte alle teche nell'allestimento di Venezia, si testimonia la fine di un'epoca dominata da forme curve spesso disconnesse dalle loro implicazioni costruttive in architettura. Gli esempi appesi sotto forma di immagini, modelli e diagrammi mostrano l'inizio di un diverso metodo di lavoro, in cui parametri spaziali, programmatici e tecnici convergono per integrare le diverse discipline coinvolte. In questo contesto, il lavoro di Isler è ancora più attuale. I suoi modelli fisici rappresentano dispositivi di ricerca in piccola scala per risolvere problemi legati al rapporto tra forma, flusso delle forze e materiali.

Processi e parametri

Isler non sarebbe stato in grado di concepire la maggior parte delle sue strutture senza il suo metodo sperimentale, caratterizzato dalla ripetizione di più modelli fisici nel corso delle diverse fasi progettuali.¹⁰ I gusci in calcestruzzo armato sono testimoni di un periodo storico in cui il crescente interesse per forme libere tridimensionali ha richiesto nuovi strumenti per controllarne la geometria e studiarne il comportamento strutturale. Le loro configurazioni richiedevano un numero di equazioni matematiche così complesso che superava le capacità dei metodi analitici disponibili all'epoca. Inoltre, l'analisi strutturale era in grado di verificare solo il comportamento di forme consolidate nella pratica ingegneristica, per lo più geometrie definibili matematicamente come i paraboloidi iperbolici di Candela. Di conseguenza, l'uso di modelli fisici nelle scienze ingegneristiche è progressivamente diventato un metodo riconosciuto sia per la modellazione che per l'analisi strutturale.¹¹ Essi rappresentano i precursori dei modelli computazionali che vengono adottati ancora oggi per la generazione e il controllo di forme complesse.

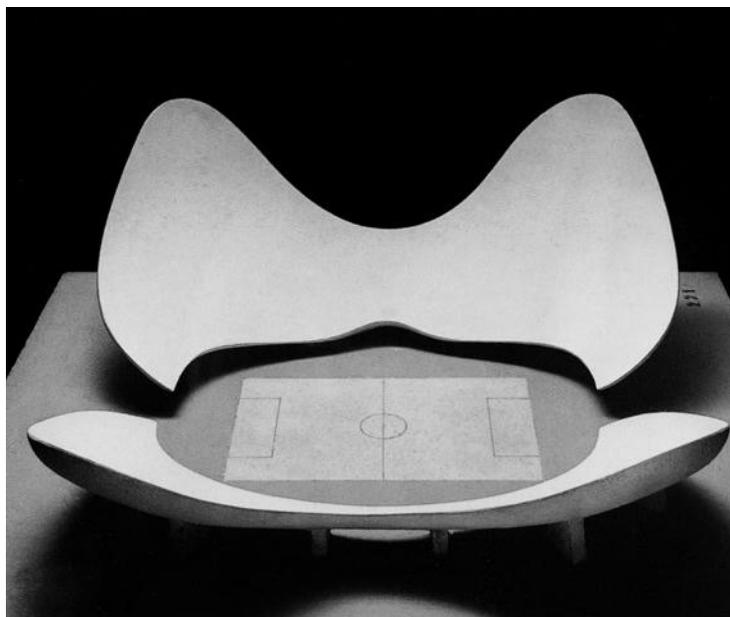
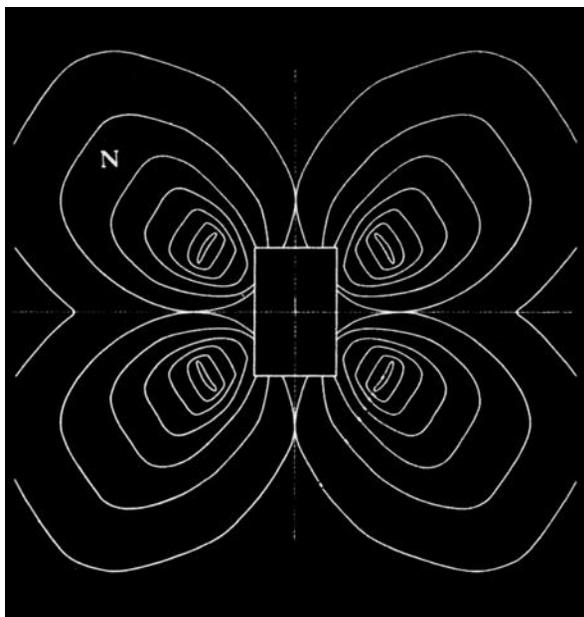
Isler utilizzava un approccio iterativo per esplorare opzioni progettuali e soddisfare contemporaneamente para-



3

metri anche molto diversi tra loro, come l'estetica, l'efficienza strutturale e l'economia dei materiali.¹² Questo avveniva non solo nella fase di individuazione della forma, comunemente nota col termine di *form finding* e per cui Isler viene spesso ricordato.¹³ Si ritrovava anche nella fase di verifica del comportamento strutturale della forma eseguita con modelli di misura, nei prototipi per il controllo di specifici aspetti costruttivi nel giardino del suo ufficio, fino ai cantieri dove il guscio veniva costruito e monitorato con la stessa accuratezza di un modello fisico in laboratorio.¹⁴

Osservando gli appunti, gli schizzi, le misurazioni e le fotografie che documentano il suo processo progettuale conservati all'archivio gta dell'ETH di Zurigo si capisce immediatamente come il lavoro di Isler si collochi in un periodo di transizione della disciplina dell'ingegneria strutturale. Da una parte, la sua estrema accuratezza nel metodo sperimentale sviluppato all'interno del suo laboratorio modelli lo rende vicino all'esperienza dei progettisti-costruttori dei secoli scorsi, che vedevano nella fabbricazione e manipolazione di oggetti fisici alle diverse scale il punto di partenza per la comprensione di fenomeni naturali e la loro applicazione in architettura. In questo senso, è chiaro anche l'estremo pragmatismo costruttivo che ha vietato qualsiasi forma senza un legame col comportamento strutturale, espresso anche nello stretto rapporto coll'impresario Willi Bösiger. Dall'altra, l'esplorazione di opzioni progettuali attraverso la rapida costruzione di diversi modelli in gesso per lo stesso progetto lo rende vicino alle esperienze più attuali con strumenti computazionali di ricerca della forma. Il progettista era infatti responsabile della messa a punto dell'esperimento fisico in termini di definizione delle condizioni al contorno e di selezione dei materiali sperimentali, ma lasciava che le configurazioni dei suoi modelli risultassero grazie alla forza di gravità (metodo con membrana appesa) e pressione dell'aria (metodo con membrana pneumatica) (fig. 6). Oltre ai tre approcci presentati nella conferenza inaugurale *International Association for Shell Structures*, Isler ha sviluppato ulteriori metodi sperimentali per individuare nuove forme per i suoi gusci sottili durante la sua carriera: forma a supporto centrale e forma a espansione. Se la prima tecnica ha tratto ispirazione dal lavoro di Otto con strutture in tensione,¹⁵ la seconda è stata influenzata da inno-



4+5

vazioni di quel tempo legate a materiali polimerici. In questo caso, la forma era ottenuta dall'espansione di schiuma poliuretana confinata in un tubo a forma quadrata.¹⁶ Nonostante la tecnica sia stata alla base dello sviluppo di progetti iconici quali il Centro Giardino Bürgi a Camorino (1970-1972) o la Piscina Al Bosco a Ponte Capriasca (1972-1973), essa non ha contribuito a definire forme staticamente coerenti. In questo contesto, esempi di successo dell'interazione tra forma e forze sono stati i gusci trovati con il principio delle membrane pneumatiche e appese, come l'edificio ormai demolito della Piscina dell'Albergo Splendide a Lugano (1972-1973). Non è un caso che modelli legati a questi ultimi due metodi di ricerca della forma siano stati proprio quelli esposti a Venezia.

L'approccio iterativo di Isler con i modelli fisici per generare e controllare i suoi progetti non convenzionali è stato presto tradotto in strumenti digitali, per esplorare diverse geometrie e osservarne il loro comportamento sotto i casi di carico in modo più economico e veloce. Il metodo di lavoro è diverso dalla procedura architettonica abituale, in cui il progettista individua la forma ed esamina il suo comportamento strutturale solo in un secondo momento. Questo approccio permette a quello che Patrick Schumacher definisce *parametricism* di andare oltre la mera componente stilistica, per diventare un vero e proprio modo di progettare e valutare diverse opzioni allo stesso tempo, variando i parametri del progetto.¹⁷ Non si tratta più dunque di un esibizionismo formale atto a esaltare le capacità tecniche del computer, ma un'onestà ricerca del rapporto tra la geometria e gli altri parametri che concorrono al progetto di architettura. Gli studi di forme generate e controllate attraverso algoritmi ispirati a processi

4-5 Luigi Moretti, pianta modello fisico per il progetto di uno stadio basato su studi parametrici, Milano 1960. Fonte Archivio Centrale dello Stato / Fondo Luigi Moretti

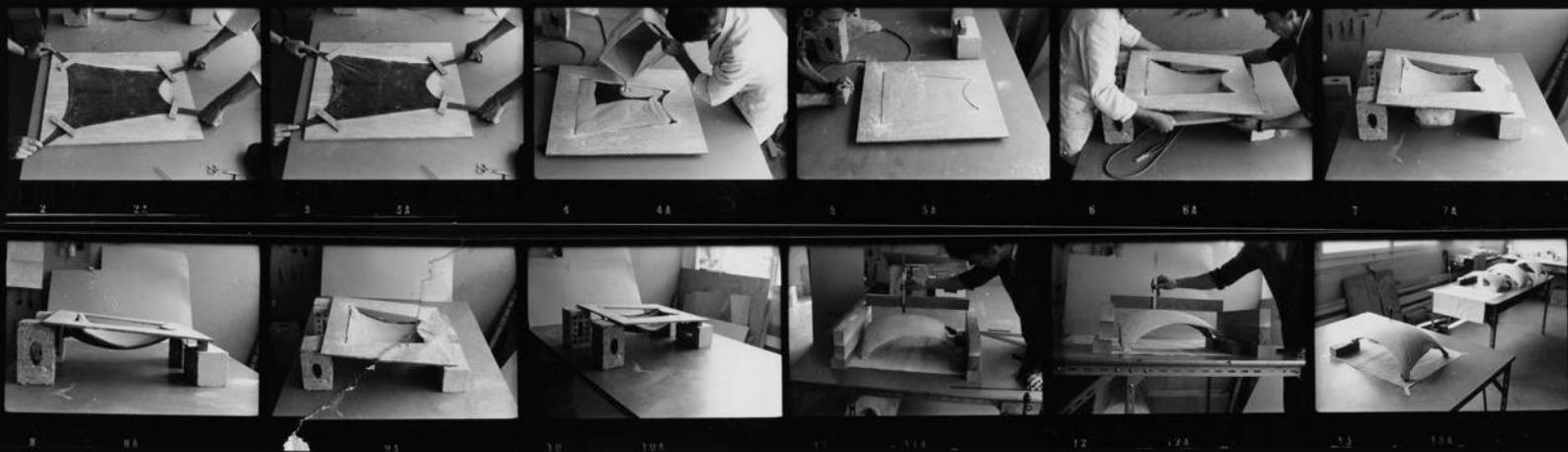
6 Fabbricazione di un modello di *form finding* fisico nel laboratorio modelli dell'ufficio di Heinz Isler, 1968. Fonte gta Archiv / ETH Zürich (archivio Heinz Isler)

naturali appese alla parete scura della Biennale di Venezia hanno mostrato esattamente questo cambio di approccio. Il lavoro di Isler legato alla generazione di forme con modelli fisici diventa dunque un riferimento fondamentale nella gestione di diversi parametri progettuali con simulazioni digitali. Tuttavia, questo aspetto non è il prodotto degli ultimi decenni.

Sperimentazioni digitali nella generazione di forme

Le tecnologie sono modalità di traduzione di conoscenza e in questo gli strumenti digitali hanno progressivamente trasformato ogni esperienza in informazione.¹⁸ Nel contesto del progetto di architettura all'interfaccia con l'ingegneria, Hans-Jörg Schek, padre del primo metodo computazionale di ricerca della forma, parla dell'importanza di riuscire a tradurre la costruzione di modelli fisici all'interno del computer.¹⁹ Da una parte, questa traduzione implica l'approssimazione di una superficie reale continua in un assemblaggio finito di elementi discreti. Dall'altra, la possibilità di gestire in modo automatico diversi parametri nello stesso tempo comporta un arricchimento nel progetto. Ciò era già stato riconosciuto dall'architetto italiano Luigi Moretti nel 1960, in occasione della mostra che ha coniato il termine «architettura parame-

6



trica».²⁰ Raccogliendo competenze da diverse discipline intorno all'Istituto di Ricerca Matematica e Operativa per l'Urbanistica (IRMOU), egli aveva sviluppato un approccio alla progettazione basato su criteri logico-matematici (figg. 4-5). Questo metodo era strettamente correlato alla crescente fascinazione per le potenzialità offerte dai nuovi strumenti informatici, i quali consentivano di tradurre problemi ingegneristici complessi in semplici matrici matematiche.

Il successivo sviluppo delle rappresentazioni tridimensionali con sistemi computazionali grafici e interattivi ha ulteriormente alimentato l'entusiasmo verso gli strumenti digitali in grado di emancipare la creatività del progettista. L'integrazione di questi due aspetti – numerico e grafico – si trova nelle esperienze di Zaha Hadid Architects presentate alla Biennale sulla parete nera, vicino alle teche coi modelli di Isler ed è questo che rappresenta l'aspetto di novità rispetto alla fascinazione formale iniziale. Grazie alla sinergia tra i moderni strumenti di calcolo e le visualizzazioni tridimensionali è possibile tornare a manipolare geometrie complesse senza il bisogno di conoscere il significato matematico che sta alla base dei codici informatici.²¹ Di conseguenza, si può tornare a esplorare nuove forme proprio come Isler faceva nel suo laboratorio modelli, procedendo per tentativi ed errori fino a ottenere la configurazione ottimale rispetto ai parametri del progetto. È forse questo il contributo più importante del lavoro di Isler alla progettazione contemporanea, al di là delle forme stravaganti. Egli è spesso ricordato nei convegni internazionali d'ingegneria che si occupano di strutture tridimensionali spaziali e il suo famoso diagramma presentato nel 1959 è mostrato come riferimento nei progetti che operano tra le discipline dell'architettura e dell'ingegneria strutturale. Tuttavia, è proprio il suo apporto alla progettazione parametrica contemporanea che lo rende ancora attuale, come indicato nel catalogo di un'altra Biennale di Architettura, curata dall'architetto olandese Rem Koolhaas nel 2014.²² La dimensione formale lascia dunque spazio all'interesse nei confronti del suo metodo di lavoro. In questo caso, i suoi gusci in calcestruzzo armato vengono inseriti all'interno delle esplorazioni parametriche per elementi di copertura, mantenendo viva la sua eredità tra i progettisti contemporanei in vista di un ripensamento di queste forme che esprimono una relazione diretta con l'uso corretto del materiale e con il comportamento strutturale. Come Candela aveva sottolineato, la costruzione

di coperture a grande luce non deve essere considerata come un modo per glorificare i grandi progettisti, ma piuttosto per esplorare costruzioni flessibili ed economiche.²³ Il contesto attuale è caratterizzato da sfide sociali, economiche e culturali sempre più urgenti che comportano la necessità di ripensare il processo di progettazione, specialmente considerando le prove poste dal cambiamento climatico. Le soluzioni di Isler spesso hanno dimostrato che risolvere problemi complessi può essere raggiunto attraverso l'integrazione di concetti semplici tra forma, forze e materiali. Sebbene le difficoltà affrontate dai grandi progettisti strutturali del passato fossero differenti da quelli di oggi, emerge un parallelo significativo. Guardare al passato può dunque essere estremamente proficuo nel cercare soluzioni efficaci e sostenibili ai problemi di oggi, al di là della loro pura materializzazione formale.

Materializing free forms in space

Heinz Isler is known for his unconventional method for the design of shell structures in reinforced concrete. Thanks to the use of numerous physical models in the different design phases, Isler found and controlled new shapes that were difficult to be achieved with traditional analytical tools. The clarity of his three-dimensional structures has profoundly influenced designers working at the interface between the disciplines of architecture and structural engineering. However, it is Isler's working method, more than the shapes themselves, that remains relevant to contemporary parametric design. Isler's physical models are the precursors of the computational models that are still adopted today for the generation and control of complex forms. Thanks to the combination of modern computing and three-dimensional visualizations, it is now possible to manipulate complex geometries without the need for in-depth knowledge of either computer codes or experimental model testing techniques. This approach allows the iterative exploration of multiple shapes, until the optimal form is obtained with respect to different design parameters, as Isler did in his model workshop.

Note

1. M. Carpo, *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*, John Wiley & Sons, New York 2013.
2. M. Baker, *Representing Invention, Viewing Models*, in S. de Chadarevian, N. Hopwood (a cura di), *Models: The Third Dimension of Science*, Stanford University Press, Stanford 2004, pp. 19-42.
3. J. Joedicke, *Schalenbau. Konstruktion Und Gestaltung*, Krämer, Stuttgart 1962.
4. F. Candela, *Simple Concrete Shell Structures*, «ACI Journal Proceedings», 1951, fasc. 48, n. 12, pp. 321-332.
5. H. Isler, *New Shapes for Shells*, «Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures», 1961, fasc. 8, paper C-3.
6. G. Boller, *Forme di aria e di gesso: come Heinz Isler sviluppò i suoi straordinari gusci sottili*, «Rassegna di Architettura e Urbanistica», 2022, n. 168, pp. 66-75.
7. H. Isler, *Structural Beauty of Shells*, *IABSE Congress Report*, 1980, 11, pp. 147-52.
8. R. Schützeichel, (Re)Presenting Shells. Heinz Isler's Work on Display, in M. Beckh et al. (a cura di), *Candela, Isler, Mütter. Positions on Shell Construction*, Birkhäuser Verlag, Basel 2021, pp. 126-33.
9. J. Chilton, C. C. Chuang, *Rooted in Nature: Aesthetics, Geometry and Structure in the Shells of Heinz Isler*, «Nexus Network Journal», 2017, n. 19, pp. 763-785.
10. H. Isler, *Generating Shell Shapes by Physical Experiments*, «Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures», 1993, fasc. 34, n. 111/1, pp. 53-63.
11. B. Addis (a cura di), *Physical Models. Their Historical and Current Use in Civil and Building Engineering Design*, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2021.
12. D. P. Billington, *The Art of Structural Design: A Swiss Legacy*, Princeton University Art Museum, Princeton 2003.
13. G. Boller, J. Chilton, *Heinz Isler's Experimental Approach to Form Finding*, in M. Beckh et al. (a cura di), *Candela, Isler, Mütter*, cit., pp. 98-109.
14. G. Boller, *The Model as a Working Method. Heinz Isler's Experimental Approach to Shell Design*, Tesi di dottorato, ETH Zurich 2022.
15. F. Otto, *Das Hängende Dach. Gestalt und Struktur*, Im Bauwelt Verlag, Berlin 1954.
16. H. Isler, «New Shapes for Shells» - Twenty Years After, «Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures», 1979, fasc. 20-3/21-1, nn. 71/72, pp. 9-26.
17. P. Schumacher, *Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design*, «AD Architectural Design», 2009, fasc. 79, n. 4, pp. 14-23.
18. M. McLuhan, *Understanding Media. The Extensions of Man*, MIT Press, Cambridge 1994.
19. H. J. Schek, *The Force Density Method for Form Finding and Computation of General Networks*, «Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering», 1974, fasc. 3, n. 1, pp. 115-134.
20. L. Moretti, *Mostra di Architettura Parametrica e di Ricerca Matematica e Operativa nell'urbanistica*, I.R.M.O.U., Milano 1960.
21. M. Carpo, *Building with Geometry, Drawing with Numbers*, in A. Goodhouse (a cura di), *When Is the Digital in Architecture?*, CCA Publications, Montréal 2017, pp. 33-44.
22. R. Koolhaas, *Fundamentals: 14th International Architecture Exhibition*, Marsilio, Venezia 2014, pp. 254-255.
23. F. Candela, *Architecture et "Structuralisme"*, «Habitation: Revue Trimestrielle de La Section Romande de l'Association Suisse Pour l'Habitat», 1964, fasc. 36, n. 3, pp. 44-50.

La ricerca di forme strutturali innovative

Dai primi esperimenti con i modelli fisici alle nuove frontiere digitali

Pierluigi D'Acunto*, Giulia Boller

*Professore di Progettazione strutturale, Technische Universität München (TUM)

L'adozione del computer come strumento generativo ha trasformato il panorama della progettazione ingegneristica e architettonica, inaugurando nuove possibilità per la ricerca e l'ottimizzazione di forme strutturali innovative. A partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, diversi metodi computazionali sono stati sviluppati grazie alle esperienze con modelli fisici da parte di pionieri come Heinz Isler, Frei Otto e Sergio Musmeci. Questi metodi hanno gettato le basi per lo sviluppo di approcci parametrici negli ultimi decenni, esercitando un'influenza significativa sull'introduzione dell'intelligenza artificiale nelle tecniche di progettazione strutturale contemporanea.

Nuove forme strutturali

La definizione della forma strutturale è uno degli aspetti che influenza maggiormente la progettazione degli edifici di grande luce. Non solo ha un impatto sulla materializzazione degli elementi portanti, ma anche sulla qualità dello spazio architettonico. Nelle discipline dell'ingegneria e dell'architettura, il processo che porta all'individuazione di una forma in equilibrio statico in relazione a determinati carichi e condizioni al contorno è definito *form finding*. Il termine sottolinea come la forma della struttura emerga direttamente dal processo progettuale: una struttura che si attiva nella sua configurazione formale come risposta alla distribuzione delle forze esterne e interne. A differenza della pratica ingegneristica convenzionale in cui le tensioni interne di una struttura vengono calcolate sulla base di una forma predeterminata, questo metodo consente una integrazione esplicita tra forma e comportamento strutturale.

Il *form finding* trae le sue origini dall'uso di modelli fisici.¹ Gli studi di Robert Hooke (1635-1703) sull'inversione della curva catenaria hanno influenzato il lavoro di Christopher Wren (1632-1723) per il progetto della cupola della Cattedrale di Saint Paul a Londra all'inizio del Settecento e quello di Antoni Gaudì (1852-1926) sulla combinazione di curve catenarie per la progettazione di varie strutture in compressione tra l'Ottocento e il Novecento. D'altra parte, l'esplorazione di strutture principalmente sollecitate in tensione trova le proprie radici negli studi di Leonhard Euler (1707-1783) e Joseph Plateau (1801-1883) sulle pellicole di sapone. Il consolidamento dei metodi di *form finding* e la loro applicazione in architettura si deve essenzialmente al lavoro di Heinz Isler (1926-2009), Frei Otto (1925-2015) e Sergio Musmeci (1926-1981) nella se-



conda metà del Novecento.² Essi non solo hanno formalizzato il *form finding* come disciplina per la progettazione concettuale delle strutture, ma hanno anche aperto la strada allo sviluppo dei primi metodi computazionali.

Il lavoro di Isler si è prevalentemente basato sull'esplorazione di diverse opzioni progettuali realizzate con modelli fisici per la ricerca della forma e per la verifica del comportamento strutturale.³ Nonostante durante la sua carriera abbia visto la progressiva comparsa dei metodi digitali, Isler ha sempre manifestato avversione nei confronti dell'impiego del calcolo assistito dal computer per la fase di *form finding*. La sua estesa esperienza con i modelli fisici gli permetteva infatti un controllo più immediato sulla forma rispetto a qualsiasi modellazione sul computer. Il confronto tra l'uso del modello fisico e il modello digitale si è concretizzato definitivamente nell'ambito del progetto per la nuova stazione di Stoccarda, caratterizzata da strutture a forma di calice in calcestruzzo armato, dove Isler è stato coinvolto come esperto per la valutazione della configurazione strutturale insieme a Otto.⁴ In quest'occasione Isler ha usato modelli fisici per esplorare soluzioni alternative a quelle sviluppate con metodi numerici dallo studio di ingegneria britannico Buro Happold. A causa delle eccessive approssimazioni dell'algoritmo di calcolo utilizzato, il risultato del modello digitale si discostava molto dalle geometrie dei suoi modelli ottenuti col metodo di *form finding* fisico della membrana appesa e dagli studi con le pellicole di sapone eseguiti in parallelo da Otto, trovando conferma di quanto aveva annotato una decina d'anni prima: la semplicità ingannevole dei processi digitali può portare a risultati arbitrari.⁵ Tuttavia, studi recenti hanno rivelato che questi strumenti sono stati ampiamente impiegati nella sua pratica ingegneristica.⁶

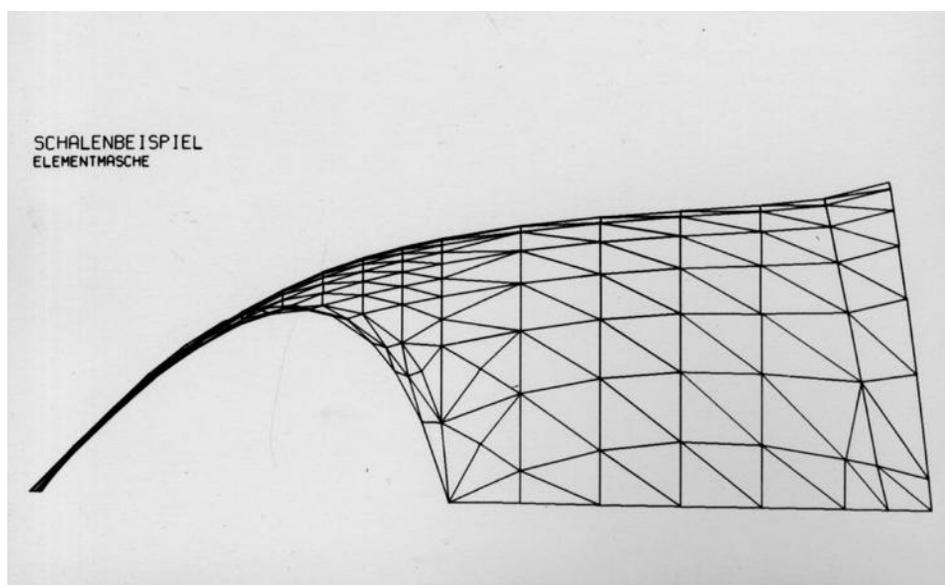
Isler ha utilizzato le tecnologie digitali principalmente per automatizzare calcoli ripetitivi, risparmiando tempo e costi nella redazione della documentazione tecnica necessaria per l'approvazione dei progetti in Francia e Germania. Mentre in Svizzera l'uso del modello fisico era riconosciuto dalle normative tecniche come strumento valido per la verifica del comportamento strutturale,⁷ in altri Stati era richiesto di depositare una relazione di calcolo dettagliata. In questi casi, Isler adottava il metodo agli elementi finiti per la verifica del comportamento strutturale delle strutture di forma libera ottenute da processi di *form finding* fisico, come nel caso del teatro di Stetten auf den Fildern (1976). (figg. 1-2)

Se Isler ha per lo più prediletto metodi fisici per la progettazione concettuale delle sue strutture, Otto ha esplorato

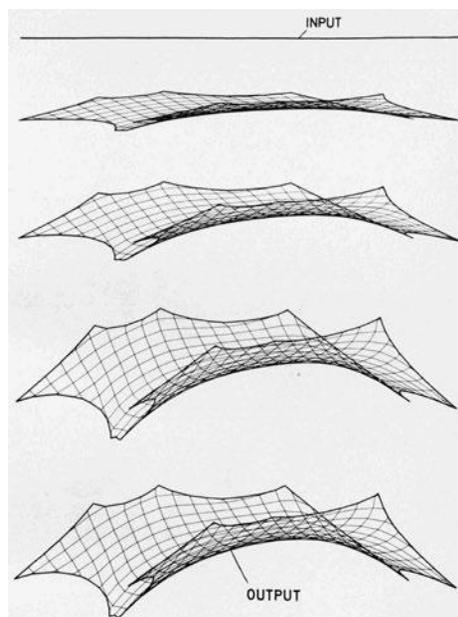
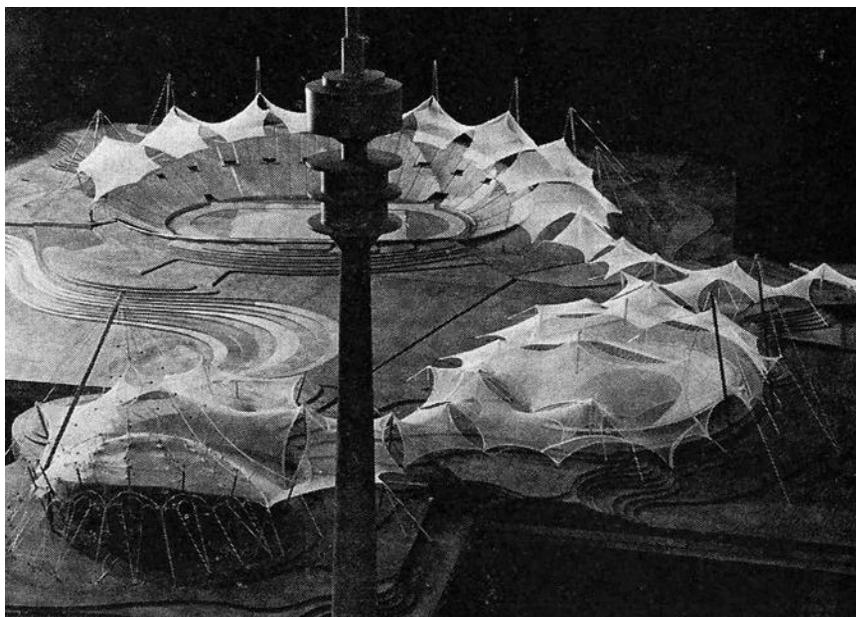
diversi approcci per la creazione e il controllo di nuove forme all'interno del suo gruppo di ricerca presso l'Università di Stoccarda. Il contesto accademico in cui la sua attività era inserita ha favorito ricerche scientifiche estremamente multidisciplinari. L'apertura nei confronti delle nuove tecnologie per la progettazione delle strutture si è anche tradotta nell'uso combinato di metodi fisici e digitali.⁸ Un esempio notevole in questo contesto è il progetto per la copertura dello Stadio Olimpico di Monaco, dove per la prima volta la forma di un modello fisico è stata confrontata e verificata con quella generata dai primi strumenti digitali (figg. 3-4).⁹ Da un lato, la geometria è stata generata tramite metodi computazionali sviluppati presso l'Istituto per le Applicazioni della Geodesia all'Ingegneria (*Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen*), diretto da Klaus Linkwitz (1927-2017), tra cui in particolare l'innovativo *Force Density Method*.¹⁰ Dall'altro, il comportamento strutturale è stato analizzato usando i primi strumenti digitali basati sul metodo agli elementi finiti e specificamente adattati per strutture costituite da reti di cavi e membrane.¹¹

Al contrario di Isler e Otto, l'approccio di Musmeci alla progettazione concettuale delle strutture si fondava su una conoscenza rigorosa della matematica, caratteristica distintiva della scuola italiana di ingegneria.¹² Esso poneva la forma della struttura come l'elemento incognito del processo di progettazione, in maniera simile a Isler con i suoi metodi di *form finding* fisico e Otto con i suoi approcci ibridi.¹³ La forma emergeva da considerazioni statiche e illustrava in modo immediato le variazioni delle sollecitazioni interne alla struttura. Mentre Isler si è concentrato su forme a guscio in compressione e Otto su membrane in tensione, Musmeci ha esplorato una varietà di tipologie strutturali, dalle strutture piegate, alle superfici continue, fino a strutture reticolari spaziali.¹⁴ (figg. 5-6)

L'approccio matematico alla progettazione strutturale ha permesso a Musmeci di apprezzare le potenzialità offerte dai primi strumenti digitali nell'ingegneria, andando oltre la semplice analisi di forme predefinite.¹⁵ In questo modo, Musmeci ha intuito la possibilità di controllare simultaneamente molteplici parametri, facilitando così l'esplorazione di diverse soluzioni strutturali e ampliando le opportunità di innovazione nella progettazione.¹⁶ Allo stesso tempo, ha immaginato una sinergia tra uomo e macchina in grado di esaltare la creatività nel processo progettuale. Ha previsto che l'introduzione di strumenti digitali fin dalla fase concettuale potesse generare nuove forme architettoniche e strut-



1-2 Heinz Isler, modello fisico di ricerca della forma e suddivisione in elementi finiti della geometria del guscio per il calcolo automatico, Teatro all'aperto, Stetten auf den Fildern, 1976. Fonte gta Archiv / ETH Zürich (archivio Heinz Isler)

3⁴

- 3-4** Frei Otto, modello di studio. Fonte U. Meyer, *Das Olympiastadion in München und die dafür durchgeführten Grossversuche*, «Schweizerische Bauzeitung», 1971, n.16, p. 375
Studi preliminari di *form finding* da parte del gruppo di ricerca di John Argyris, *Copertura dello Stadio Olimpico*, Monaco, 1968.
Fonte M. Eekhout, *Frei Otto and the Munich Olympic Games*, «Zodiac», 1972, n. 21, pp. 12-73
- 5-6** Sergio Musmeci, concorso per il Palazzo dello Sport di Firenze: pianta schematica della rete di cavi della copertura (a sinistra) e foto del plastico (a destra), 1965-1966. Fonte S. Musmeci, *La genesi della forma nelle strutture spaziali*, «Parametro», 1979, n. 80, pp. 13-33

ture innovative. In questo scenario, il ruolo del progettista sarebbe stato quello di selezionare la configurazione strutturale più idonea alle esigenze del progetto, scegliendo tra una moltitudine di possibili alternative progettuali. La sua visione non era così lontana dalla realtà.

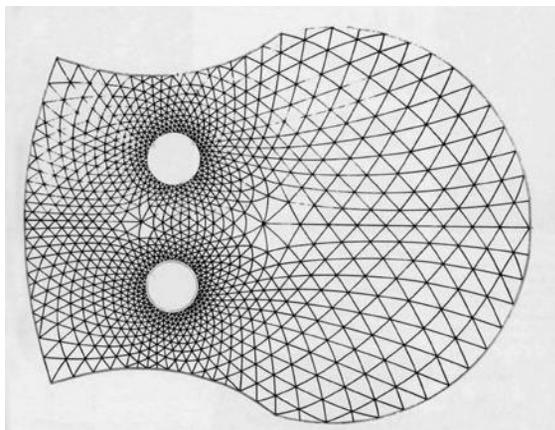
L'uso del computer come strumento creativo nella progettazione strutturale

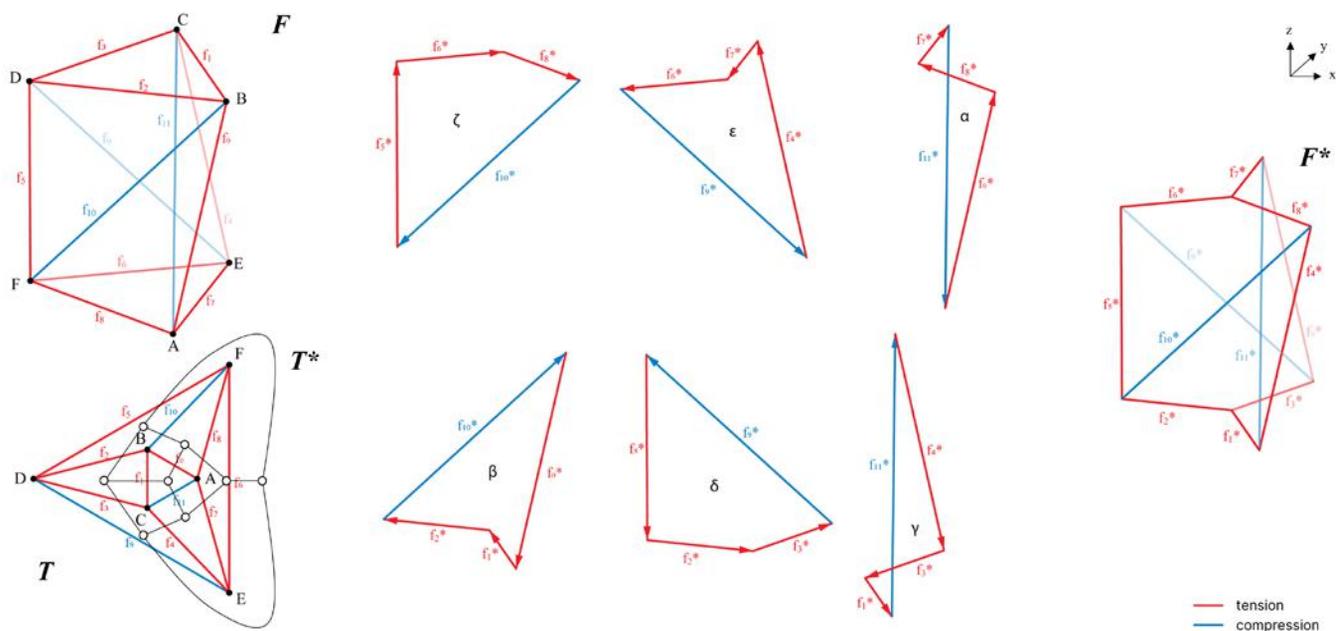
Le sperimentazioni di Isler, Otto e Musmeci hanno rappresentato una pietra miliare nello sviluppo di metodi di progettazione strutturale assistiti da tecnologie informatiche. Dall'inizio degli anni Sessanta, le loro innovazioni hanno stimolato un interesse crescente tra i progettisti nei confronti del *form finding* digitale, favorito dall'introduzione di nuovi strumenti di calcolo automatico per la progettazione concettuale delle strutture, tra cui il già citato *Force Density Method*. La definizione di questi primi metodi di calcolo

ha inaugurato una fase di sviluppi continuativi, culminati nell'elaborazione di tecniche di *form finding* digitale sempre più raffinate, rivoluzionando il campo della progettazione strutturale. Tra i contributi significativi emergono il *Dynamic Relaxation*,¹⁷ l'*Updated Reference Strategy*,¹⁸ il *Particle Spring System*,¹⁹ la *Thrust Network Analysis*,²⁰ la *Vector-based Graphic Statics*²¹ e il *Combinatorial Equilibrium Modelling*.²²

Negli ultimi anni, la combinazione tra *form finding* digitale e modellazione parametrica si è dimostrata un metodo estremamente efficace nel campo della progettazione strutturale. Questa sinergia permette di correlare direttamente parametri geometrici relativi alla forma delle strutture con le loro prestazioni meccaniche, quali sollecitazioni interne e capacità portante, fornendo la possibilità di valutare in tempo reale l'impatto delle variazioni di tali parametri sul comportamento strutturale. Utilizzando funzioni matematiche e relazioni geometriche, questa tecnica non solo agevola l'ottimizzazione della geometria delle strutture migliorandone efficienza e stabilità, ma facilita anche l'esplorazione di geometrie complesse, espandendo significativamente le possibilità di innovazione nella progettazione. L'impiego di tecniche di *form finding* digitale all'interno di ambienti di progettazione parametrica, come la nota piattaforma Rhinoceros 3D e il suo plug-in di programmazione visuale Grasshopper, ha aperto agli ingegneri e agli architetti nuove prospettive per sfruttare il potenziale creativo dei computer nella creazione di forme strutturali innovative.²³

In questo contesto, la statica grafica come strumento computazionale parametrico ha suscitato recentemente

5⁶



un rinnovato interesse sia nel campo professionale che in quello accademico. La statica grafica consiste in una serie di costruzioni geometriche che mettono in relazione la forma di una struttura in equilibrio statico con le forze che agiscono su di essa. Questo approccio si avvale dell'uso di due diagrammi reciproci: il diagramma della forma, che mostra la geometria della struttura unitamente alle forze esterne applicate, e il diagramma delle forze (o *cremoniano*), che costituisce una rappresentazione vettoriale dell'equilibrio delle forze esercitate su ogni nodo della struttura attraverso poligoni delle forze. A seguito della sua formalizzazione come disciplina indipendente nella seconda metà dell'Ottocento a opera di William Rankine (1820-1872), Karl Culmann (1821-1881), Luigi Cremona (1830-1903) e James Clerk Maxwell (1831-1879), la statica grafica è stata ampiamente adottata da ingegneri e architetti per l'analisi e la progettazione strutturale, prima di essere gradualmente soppiantata dall'introduzione dei metodi analitici nella prima metà del Novecento.²⁴ Un esempio emblematico del suo uso si trova nell'opera di Robert Maillart (1872-1940), che impiegò la statica grafica per la progettazione di vari ponti in calcestruzzo armato, tra cui il celebre ponte Salginatobel a Schiers (1928-1930).²⁵ L'evoluzione degli strumenti informatici degli ultimi anni ha svolto un ruolo cruciale nella riscoperta della statica grafica e nella sua implementazione come strumento digitale parametrico. In particolare, la capacità di controllare e visualizzare il flusso delle forze nello spazio ha elevato la statica grafica computazionale a strumento essenziale nell'ambito della progettazione strutturale, consentendo al progettista di affrontare problemi complessi che non possono essere risolti efficacemente solo con metodi basati sul calcolo numerico.

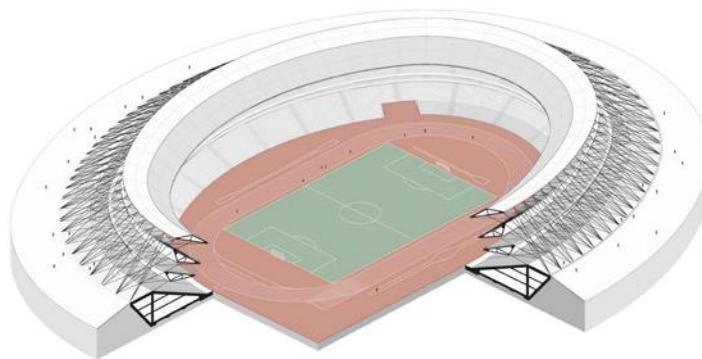
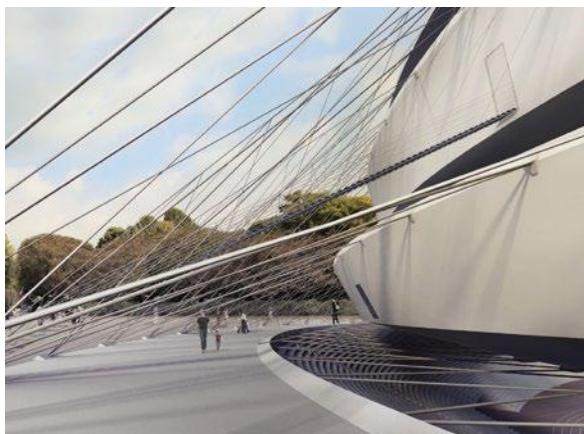
Tra le recenti riproposizioni della statica grafica in ambito digitale,²⁶ la *Vector-based Graphic Statics* (VGS) si propone come un versatile strumento di progettazione strutturale nella fase concettuale, grazie alla possibilità di operare su strutture tridimensionali complesse in maniera intuitiva. Sviluppata come un'estensione tridimensionale della statica grafica tradizionale bidimensionale, VGS si basa sull'uso di diagrammi della forma e delle forze tridimensionali costituiti da vettori (fig. 7). Dal punto di vista topologico, questi diagrammi si distinguono per una dualità tridimensionale, che si manifesta nel parallelismo tra i lati corrispondenti dei due diagrammi e nella correlazione tra i nodi nel diagramma della forma e i poligoni delle forze nel diagramma delle forze. Questa configurazione è in linea con i diagrammi bi-

7 In alto a sinistra: diagramma della forma di una struttura di tipo *tensegrity* con elementi in tensione e compressione e con la topologia di un ottaedro. In basso a sinistra: grafo del diagramma della forma e grafo duale del diagramma delle forze. Al centro: sei poligoni delle forze rappresentanti l'equilibrio dei sei nodi del diagramma della forma. A destra: diagramma delle forze costruito assemblando i poligoni delle forze. Questo diagramma rappresenta una struttura di tipo *tensegrity* con la topologia di un cubo. Fonte P. D'Acunto, P.O. Ohlbrock, M. Konstantatou, *Conceptual Design of Reciprocal Self-stressed Roof Structures with Graphic Statics*, in *Lecture Notes in Civil Engineering*. Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 644-650

dimensionali di Cremona, estendendone l'applicazione e la comprensione allo spazio tridimensionale. Nonostante la mancanza di una reciprocità rigorosa tra i diagrammi vettoriali tridimensionali nella VGS, la loro applicabilità nella progettazione strutturale e nel *form finding* è assicurata dalla capacità di mantenere la dualità tra elementi corrispondenti tra i due diagrammi durante le trasformazioni geometriche, preservando le relazioni fondamentali tra le forze e le forme strutturali.

Durante la fase progettuale, l'interdipendenza tra i diagrammi permette di apportare modifiche a uno dei due diagrammi e osservare immediatamente l'impatto visivo sull'altro diagramma. Ad esempio, questa proprietà fornisce al progettista la flessibilità di alterare la geometria della struttura tramite il diagramma delle forme, valutando in tempo reale l'effetto di tali cambiamenti sulla distribuzione delle forze nell'altro diagramma. Viceversa, è possibile modificare la distribuzione delle forze nel diagramma delle forze e vedere come queste modifiche influenzano la geometria della struttura nel diagramma delle forme.

Includendo un diagramma topologico in combinazione con i diagrammi di forma e delle forze, il *Combinatorial Equilibrium Modelling* (CEM) consente di esplorare in modo parametrico e interattivo varie forme strutturali in equilibrio statico per combinazioni topologiche variabili di forze di tensione e compressione all'interno degli elementi strutturali. Nel CEM, l'equilibrio della struttura è soddisfatto come preconditione durante il processo di *form finding*. Di conseguenza, le strutture ottenute tramite CEM risultano sempre in equilibrio, anche nei casi in cui le condizioni al contorno imposte dal problema non possono essere completamente soddisfatte. Questa peculiarità consente potenzialmente anche ai progettisti inesperti di comprendere come

8^T9

8-9 Rendering e assonometria della proposta progettuale per il nuovo Stadio Olimpico di Tokyo 2020 (progettisti: Pierluigi D'Acunto, Lukas Ingold, Patrick Ole Ohlbrock, ETH Zürich, 2016). La struttura, caratterizzata dalla presenza di tre anelli con la funzione di tribune e copertura supportati da una rete di cavi pretesi, è stata generata con il Combinatorial Equilibrium Modeling (CEM)

10 Serie di varianti progettuali per la copertura di uno stadio generate con il Combinatorial Equilibrium Modeling (CEM) e Self-Organizing Map (SOM). Fonte K. Saldana Ochoa et al., *Beyond typologies, beyond optimization: Exploring novel structural forms at the interface of human and machine intelligence*, «International Journal of Architectural Computing», 2021, n. 19(3), pp. 466-490

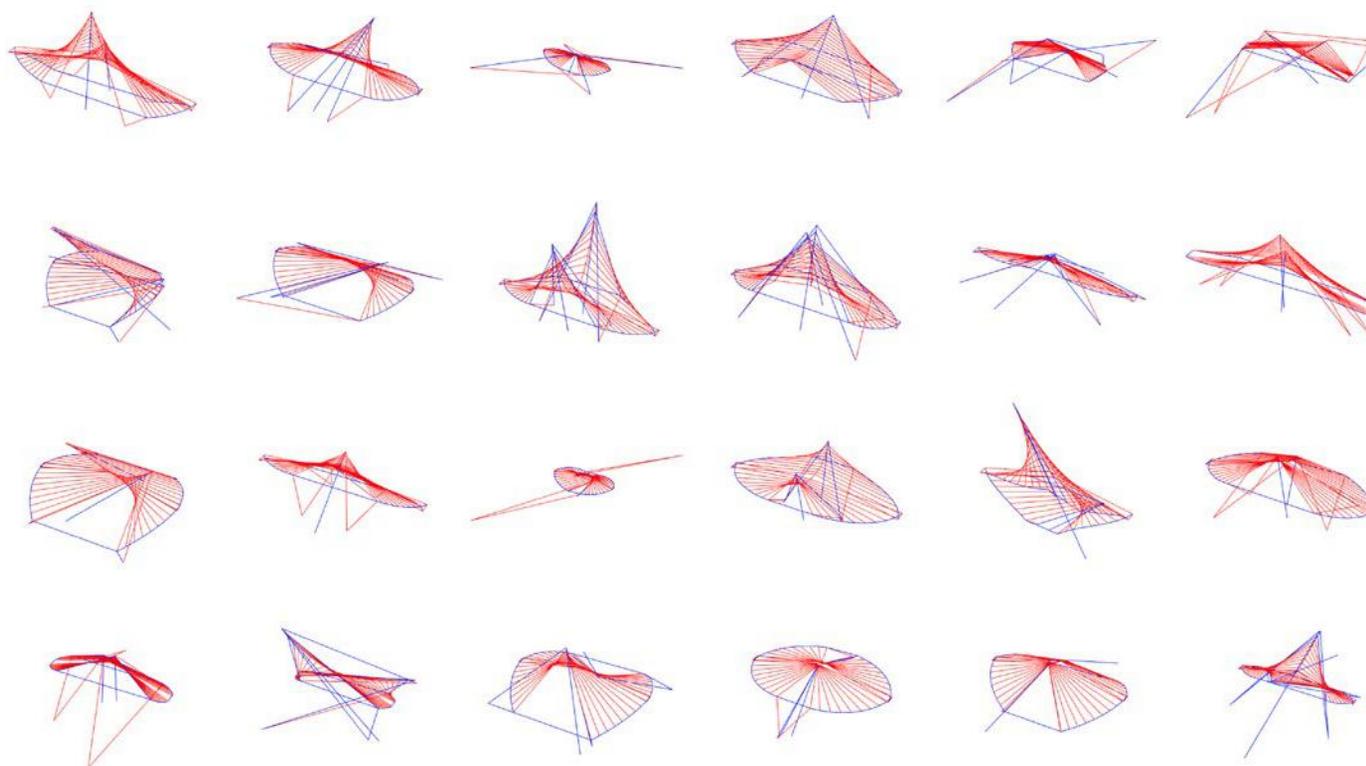
gli aspetti architettonici e strutturali del progetto si uniscono nel processo di *form finding*. Nel CEM, i parametri di input sono definiti in unità fisiche assolute, come lunghezze delle barre che compongono la struttura e le intensità delle forze interne a questi elementi. Questo approccio rende il processo più intuitivo e diretto rispetto ad altri metodi, come il *Force Density Method* in cui i parametri di input sono espressi come rapporti astratti di densità di forza per lunghezza che mancano di una interpretazione fisica diretta. La mappatura diretta tra i parametri di input e la forma risultante in equilibrio è particolarmente utile nella fase iniziale della progettazione, quando gli obiettivi e i vincoli del problema progettuale non sono ancora completamente definiti. Un esempio di struttura innovativa progettata con CEM è rappresentato dalla proposta per il nuovo Stadio Olimpico di Tokyo 2020 (figg. 8-9), in cui la configurazione tradizionalmente adottata nel design degli stadi è stata rivista, portando alla creazione di una soluzione strutturale innovativa. In questa proposta concettuale, tre anelli (due configurati come tribune e uno come copertura)

sembrano fluttuare nell'aria, sovrapposti l'uno all'altro come elementi solidi.²⁷ La rete di cavi pretesi impiegata per sostenere questi anelli fluttuanti crea un filtro semi-permeabile tra l'interno e l'esterno dello stadio, generando una piazza pubblica attorno alle tribune.

Gli sviluppi più recenti nel settore della progettazione strutturale assistita da computer indicano l'importanza crescente dell'intelligenza artificiale (AI). Questa tecnologia sta rivoluzionando il campo della progettazione architettonica e strutturale, facilitando un'interazione sinergica tra la creatività umana e l'avanzata capacità computazionale dei computer.²⁸ Gli algoritmi di AI, tra cui le reti neurali artificiali che apprendono in modo autonomo analizzando vasti set di dati di input e output, sono in grado di identificare correlazioni complesse all'interno dei dati, consentendo ai modelli di effettuare previsioni e generalizzazioni con elevata precisione. Uno degli aspetti più vantaggiosi dell'AI è la sua efficacia nel semplificare la gestione di problemi di progettazione complessi, multi-parametrici e altamente non lineari. Questa capacità si rivela fondamentale nella progettazione strutturale parametrica, dove spesso emerge un conflitto tra la ricerca di diversità nello spazio delle soluzioni e la difficoltà del progettista di gestire grandi volumi di dati. In questo contesto, l'AI offre un supporto prezioso ai progettisti nella ricerca sistematica di nuove configurazioni strutturali durante la fase di concettualizzazione, consentendo loro di spingersi oltre i confini delle tipologie strutturali tradizionali pur senza perdere il controllo sui vari parametri di progetto. Un metodo promettente in questo ambito è la *Self-Organizing Map* (SOM), una tecnica avanzata di apprendimento automatico non supervisionato che si dimostra

Note

1. B. Addis, *Physical Models: Their Historical and Current Use in Civil and Building Engineering Design*, Ernst & Sohn, Berlin 2021.
2. G. Boller, P. D'Acunto, *Structural Design via Form Finding: Comparing Frei Otto, Heinz Isler and Sergio Musmeci*, in J. Mascarenhas-Mateus, A.P. Pires (a cura di), *Histories of Construction Cultures Volume 2*, CRC Press, Leiden 2021, pp. 431-438.
3. H. Isler, *Generating Shell Shapes by Physical Experiments*, «Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures», 1993, n. 34 (1), pp. 53-63.
4. G. Boller, J. Schwartz, *Modelling the form. Heinz Isler, Frei Otto and their approaches to form-finding in Proceedings of the 7th Conference of the Construction History Society*, Cambridge 2020, pp. 565-576.
5. H. Isler, *Letter to David Billington*, Documento d'archivio, 1986, 217-02331, gta Archives / ETH Zürich.
6. G. Boller, *The model as a working method. Heinz Isler's experimental approach to shell design*, Tesi di dottorato, ETH Zürich, 2022.
7. P. Lardy, *Die Neuen S.I.A. - Normen Für Die Bauten in Beton, Eisenbeton Und Vorgespannte Beton*, «Schweizerische Bauzeitung», 1955, n. 73 (42), pp. 618-619.
8. G. Vrachliotis, *Frei Otto - Denken in Modellen*, Spector Books, Leipzig 2019.
9. M. Eekhout, *Frei Otto and the Munich Olympic Games, «Zodiac»*, 1972, n. 21, pp. 12-73.
10. K. Linkwitz, H.J. Schek, *Über eine Methode zur Berechnung vorgespannter Seilnetze und ihre praktische Anwendung auf die Olympiädächer München*, «IABSE Congress Report», 1972, n. 9, pp. 393-397.
11. J.H. Argyris et al, *Higher-order simplex elements for large strain analysis*, «Computer methods in applied mechanics and engineering», 1978, n. 16, pp. 369-403.
12. T. Iori, S. Poretti, *Ascesa e declino della scuola italiana di ingegneria*, in P. Desideri et al. (a cura di), *La concezione strutturale. Ingegneria e architettura in Italia negli anni cinquanta e sessanta*, Umberto Allemandi & C., Torino 2013, pp. 181-191.
13. S. Musmeci, *La Statica e le Strutture*, Cremonese, Roma 1971.
14. S. Musmeci, *La genesi della forma nelle strutture spaziali*, «Parametro», 1979, n. 80, pp. 13-33; P. D'Acunto, L. Ingold, *The Approach of Sergio Musmeci to Structural Folding*, in *Proceedings of the IASS, Tokyo 2016*.
15. L. Ingold, *Form as the Unknown: Sergio Musmeci - Explorations in the Design of Structures*, Tesi di dottorato, ETH Zürich, 2021.
16. S. Musmeci, *Strutture nuove per un materiale nuovo*, «L'Industria Italiana del Cemento», 1980, n. 5, pp. 345-366.
17. M.R. Barnes, *Form Finding and Analysis of Tension Structures by Dynamic Relaxation*, «International Journal of Space Structures», 1999, n. 14 (2), pp. 89-104.
18. K.-U. Bletzinger, E. Ramm, *A General Finite Element*



10

particolarmente efficace nel convertire uno spazio di soluzioni multidimensionale in una rappresentazione bidimensionale, facilitando così l'analisi visuale e l'interpretazione dei dati da parte del progettista. In combinazione con tecniche di progettazione strutturale come VGS o CEM descritte precedentemente, SOM consente l'esplorazione di molteplici soluzioni alternative (fig. 10) durante la fase progettuale concettuale.²⁹

È tuttavia cruciale considerare l'AI non come un sostituto del progettista umano, ma come un sofisticato strumento di supporto alla progettazione. Assicurare un equilibrio ottimale tra le avanzate capacità dell'AI e l'intuizione umana è fondamentale per garantire un'interazione produttiva ed efficace tra tecnologia e creatività. Come affermato da Isler alla fine degli anni Novanta, «soprattutto nel mondo creativo dell'architettura non cubica, il lavoro con l'immaginazione umana e con i modelli fisici (naturali) non solo è prezioso, ma anche altamente superiore. L'automatismo non potrà mai sostituire la mente umana».³⁰

The search for innovative structural forms: from early experiments with physical models to the new digital frontiers

The adoption of the computer as a generative design tool has changed the engineering and architectural field, unveiling new possibilities for finding and optimising innovative structural forms. Since the 1960s, various computational methods have been developed as a result of experiences with physical models by pioneers such as Heinz Isler, Frei Otto and Sergio Musmeci. In recent decades, these methods have laid the foundation for the emergence of parametric approaches, having a significant influence on the introduction of artificial intelligence into contemporary structural design techniques.

Approach to the form Finding of Tensile Structures by the Updated Reference Strategy, «International Journal of Space Structures», 1999, n. 14(2), pp. 131-145.

19. A. Kilian, J. Ochsendorf, *Particle-spring systems for structural form finding*, «Journal of the IASS», 2005, n. 46 (147).
20. P. Block, J. Ochsendorf, *Thrust Network Analysis: A new methodology for three-dimensional equilibrium*, «Journal of the IASS», 2007, n. 48 (3), pp. 167-173.
21. P. D'Acunto et al., *Vector-Based 3D Graphic Statics: A Framework for the Design of Spatial Structures Based on the Relation between Form and Forces*, «International Journal of Solids and Structures», 2019, n. 167, pp. 58-70.
22. P.O. Ohlbrock, P. D'Acunto, *A Computer-Aided Approach to Equilibrium Design Based on Graphic Statics and Combinatorial Variations*, «Computer-Aided Design», 2019, n. 121.
23. P.O. Ohlbrock et al., *Conceptual design of structures*

of structures in the digital age, in P. D'Acunto et al. (a cura di), *Conceptual Design of Structures: Connecting Engineering and Architecture*, Birkhäuser, Berlin, Boston 2024, pp. 80-90.

24. K.E. Kurrer, *The History of the Theory of Structures, from Arch Analysis to Computational Mechanics*, Ernst & Sohn, Berlin 2008.
25. C. Fivet, D. Zastavni, *Robert Maillart's Key Methods from the Salginatobel Bridge Design Process (1928)*, «Journal of the IASS», 2012, n. 53(1), pp. 39-47.
26. M. Konstantatou et al., *Polarities in structural analysis and design: n-dimensional graphic statics and structural transformations*, «International Journal of Solids and Structures», 2018, n. 152-153, pp. 272-293.
27. P.O. Ohlbrock, P. D'Acunto, *Tragwerksentwürfe mit Gleichgewichtsmodellen / Structural design with equilibrium models*, «Detail Structure», 2019, n. 4, pp. 11-16.
28. P.O. Ohlbrock et al., *Conceptual design of structures*

of structures in the digital age, in P. D'Acunto et al. (a cura di), *Conceptual Design of Structures: Connecting Engineering and Architecture*, Birkhäuser, Berlin, Boston 2024, pp. 80-90.

29. K. Saldana Ochoa et al., *Beyond typologies, beyond optimization: Exploring novel structural forms at the interface of human and machine intelligence*, «International Journal of Architectural Computing», 2021, n. 19(3), pp. 466-490.
30. H. Isler, «Is the Physical Model Dead?», in J. Chilton et al., *Structural Morphology. Towards the New Millennium*, School of Architecture University of Nottingham, Nottingham 1997, p. 170.

Progettazione architettonica e analisi assistita da algoritmi generativi

Un approccio comparativo alle opere di Heinz Isler

Laura Sardone

DISEG, Department of Structural, Geotechnical and Building Engineering, POLITO

Le strutture a guscio costituiscono un elemento essenziale nell'ambito dell'architettura, dell'ingegneria civile e meccanica. Caratterizzate da una forma esterna curva e sottile, offrono un'elevata resistenza e un efficiente utilizzo dei materiali impiegati. Le strutture sottili in cemento armato rappresentano un notevole esempio di successo che combina aspetti strutturali, espressivi e compositivi.

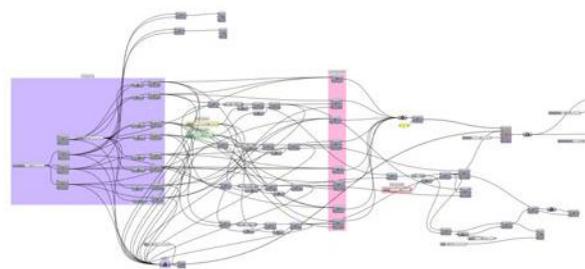
Questi elementi architettonici e ingegneristici si distinguono per la loro superficie curva e sottile, simile a conchiglie o alla forma tipica delle uova. Tale configurazione consente una distribuzione efficace delle forze e garantisce resistenza strutturale con una quantità minima di materiale. Le strutture a guscio trovano applicazione in una vasta gamma di settori, tra cui edilizia, ingegneria civile, aerospaziale e contenitori a pressione. Esempi celebri includono le cupole geodetiche a forma sferica e i serbatoi di stoccaggio con gusci cilindrici. Tuttavia, la progettazione di queste strutture richiede una conoscenza approfondita della meccanica delle superfici e delle proprietà dei materiali, considerando la geometria, le condizioni di carico e i materiali per garantire stabilità e sicurezza strutturale.

Le strutture a guscio hanno una storia antica, risalente all'epoca romana con esempi come le cupole. Tuttavia, nel XX secolo hanno subito un'evoluzione significativa grazie alla tecnologia e alla ricerca sui materiali, portando a soluzioni innovative ed efficienti.

Tra i pionieri di questo campo, l'ingegnere svizzero Heinz Isler (1926-2009) occupa un ruolo di primo piano. La sua influenza è stata determinante nello sviluppo di strutture che hanno sfidato le norme architettoniche e ingegneristiche tradizionali. L'approccio al design architettonico e strutturale è stato particolarmente influenzato dalle forme presenti in natura, come conchiglie, foglie e fiori.¹ Grazie a un metodo di ricerca della forma basato sui principi fisici, ha ideato numerosi progetti di involucri strutturali in cemento armato che esprimono il concetto di simultaneità tra forma architettonica e necessità strutturale, generando un concetto unico e indistinguibile tra efficienza ed eleganza.²

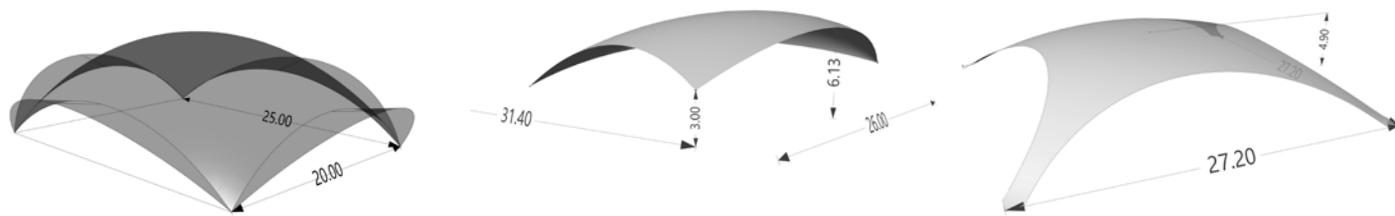
Uno dei risultati più importanti di Isler è dettato dalla continua esplorazione delle strutture a guscio di cemento a doppia curvatura. La tecnica sviluppata prevede l'uso di sottili gusci supportati da un numero minimo di colonne o esili supporti;³ questo approccio ha consentito di realizzare strutture di ampia portata che fossero visivamente sorprendenti e strutturalmente efficienti. L'innovazione progettuale delle strutture a guscio ha rivoluzionato il campo dell'architettura e dell'ingegneria e i suoi progetti continuano a ispirare e influenzare architetti e ingegneri in tutto il mondo, mostrando le possibilità di creare organismi architettonici senza scindere il ruolo della composizione architettonica – strettamente relegato alla morfologia – e della progettazione strutturale all'interno del processo progettuale.

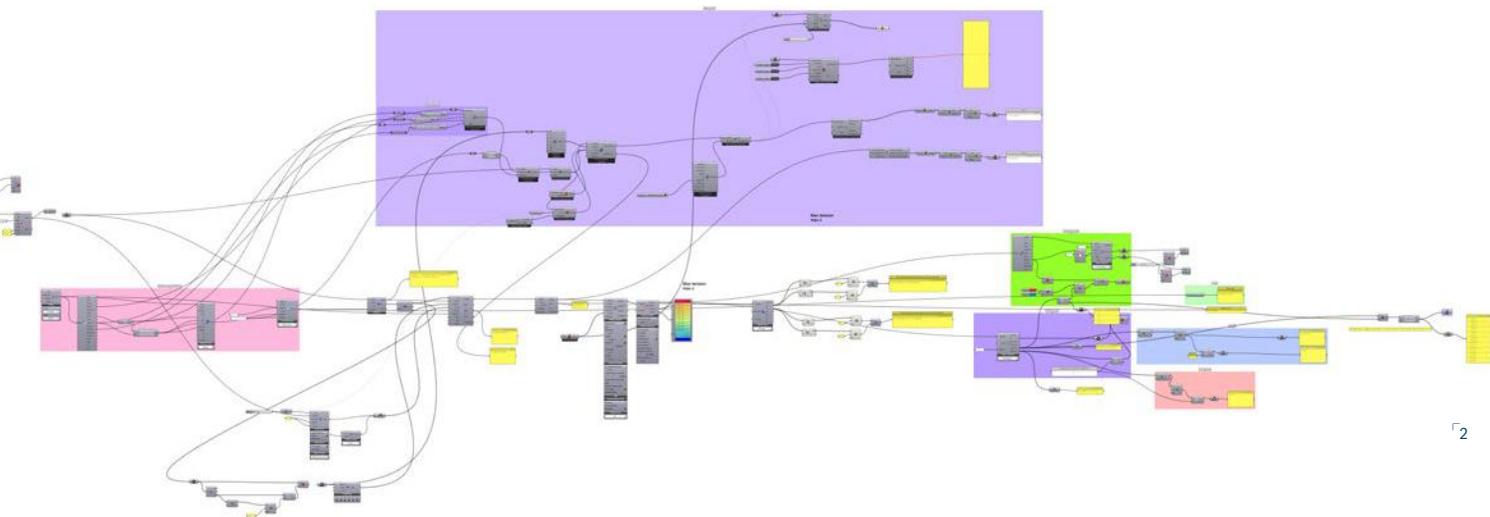
Tale visione ha tuttora risonanza in campo progettuale e accademico, infatti vari sono gli studi che si concentrano sull'analisi delle performance strutturali e sulle metodologie sviluppate da Heinz Isler.



Studio condotto nell'ambito del Partenariato Esteso RETURN, finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza PNRR), Missione 4 Componente 2, Investimento 1.3 - D.D. 1243 2/8/2022, PE0000005

- 1 a) Centro giardino Wyss (1961, Zuchwil, Solothurn); (b) Stazione di servizio Deitingen (1968, Deitingen, Solothurn); (c) Centro giardino Bürgi (1972, Camorino)
- 2 Sviluppo della geometria e FEA nel linguaggio di programmazione visiva (VPL) del caso studio (c) Centro giardino Bürgi.
- 3 Zoom del Flusso di Lavoro in ambiente Grasshopper - risultati in VPL





2

Sull'approccio di simbiosi tra struttura e architettura, fulcro dell'esplorazione di Isler, è stata sviluppata una rilettura in chiave contemporanea che comprende l'utilizzo di strumenti progettuali guidati da processi algoritmici.⁴ Questo tipo di ricerca si basa sul presupposto che esiste un problema unico al quale la figura del progettista stabilisce molteplici risposte – a partire dalla forma come idea, sino a determinare le caratteristiche strutturali e decorative. La risposta progettuale risulta quindi soddisfacente in modo direttamente proporzionale alla capacità del progettista stesso di integrare discipline diverse e di farle convergere verso un unico risultato: l'organismo architettonico.

Attraverso l'unione tra forma e struttura, il ruolo delle componenti strutturali diventa ancora più significativo nel caso di grandi luci da coprire, come nel caso degli studi morfologici e strutturali condotti da Isler.

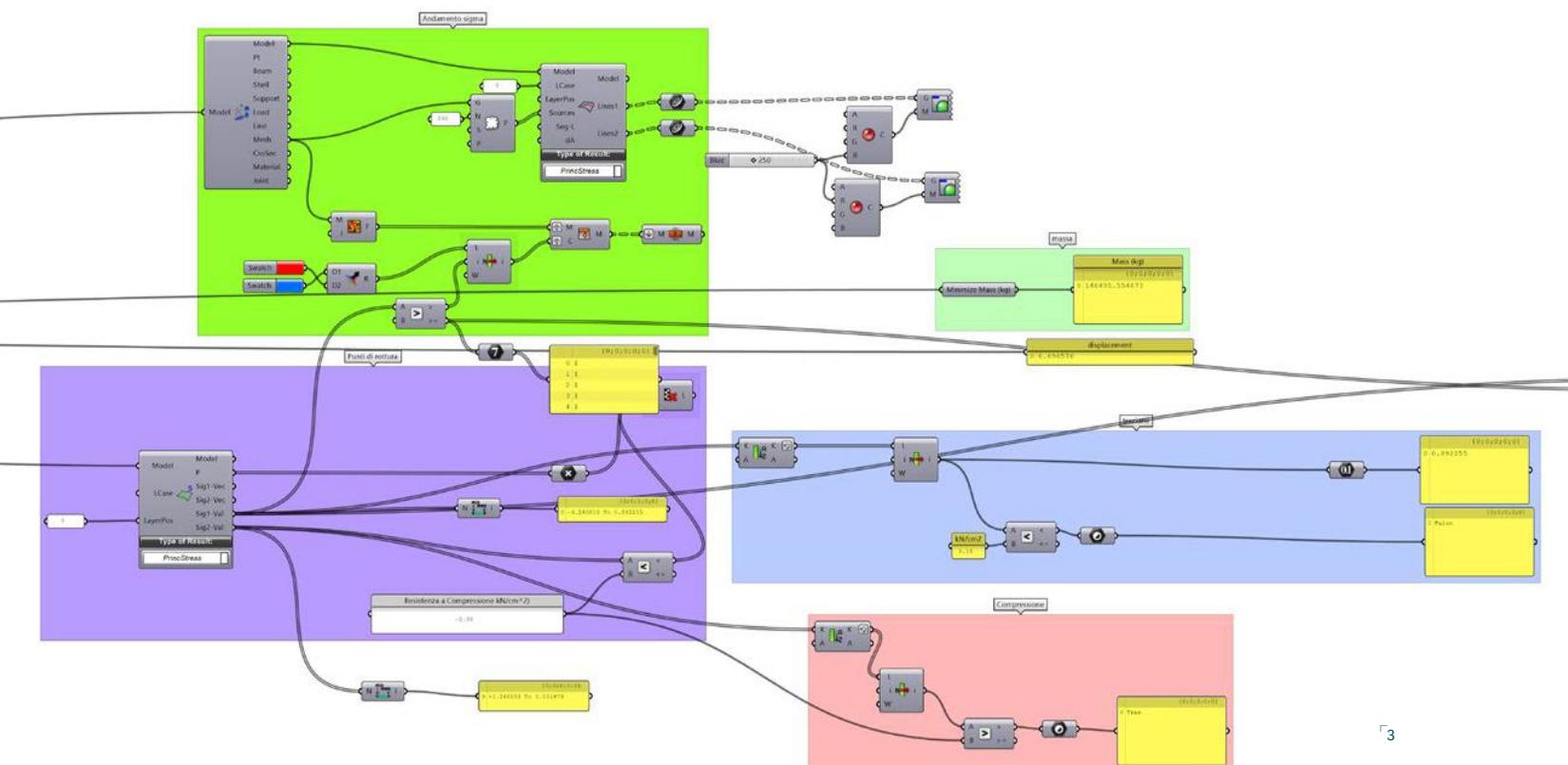
In questo quadro di rilettura, l'attenzione viene focalizzata sulla riproduzione dei modelli di Isler sfruttando l'approccio al Design Generativo. Nella reinterpretazione metodologica contemporanea, nella sezione successiva, vengono sviluppati campioni attraverso le innovative tecniche di modellazione parametrica sfruttando *Linguaggi di Programma-*

zione Visiva (VPL) che consentono di concepire e riprodurre tecniche di progettazione che danno spazio alla coesione tra forma e struttura.

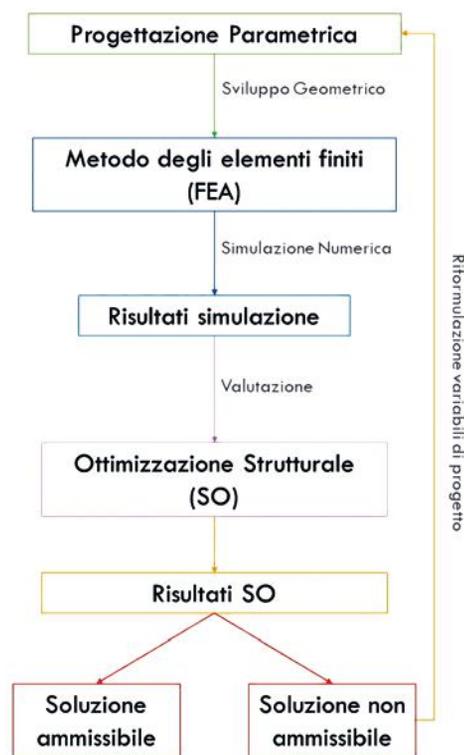
Sviluppo parametrico basato sui modelli di Heinz Isler

Le eccezionali prestazioni delle *shell* di Isler nel corso di quattro decenni e l'importanza del suo approccio alla modellazione hanno incoraggiato molti designer a rivalutare e a trarre ispirazione da molteplici lavori dell'ingegnere-architetto.⁵ Data la risonanza delle sue strutture a guscio e i numerosi studi prodotti in questo campo, vengono presi in considerazione tre esempi significativi della produzione progettuale di Isler: (a) Centro giardino Wyss (1961, Zuchwil, Solothurn); (b) Stazione di servizio Deitingen (1968, Deitingen, Solothurn); (c) Centro giardino Bürgi (1972, Camorino) (fig. 1).

Le geometrie illustrate sono state totalmente sviluppate in ambiente Grasshopper, all'interno del quale viene utilizzato un paradigma di programmazione visiva (VPL), in cui gli utenti creano e manipolano componenti chiamati «nodi». ⁶ I nodi – o *black boxes* – rappresentano molteplici operazioni, algoritmi e funzioni matematiche. Per ciascuna geometria



3



4 Flusso di Lavoro in ambiente Grasshopper (VPL)

vengono impostate variabili di progetto che permettono il mutamento geometrico e la conseguente simulazione numerica in tempo reale (figg. 2-3).

Attraverso la definizione della struttura prodotta manipolando parametri di natura geometrica, è possibile ottenere le *Boundary Representations* (BRep) (fig. 1) dalla quale vengono duplicate le caratteristiche strutturali dei gusci grazie alla connessione simultanea di *plug-in* strettamente legati alla riproduzione di modelli per l'analisi agli elementi finiti (FEA). Grazie alla possibilità di eseguire analisi iterative e creare flussi di lavoro automatizzati, gli utenti possono semplificare il processo di progettazione con l'opportunità di inserire algoritmi genetici per l'*Ottimizzazione Strutturale* (SO) che permettono la valutazione dell'ottimo strutturale (fig. 4).

Svariati sono i *tools* che permettono la generazione di elementi strutturali e la conseguenziale simulazione. Tra questi troviamo:

1. Karamba 3D: è uno strumento di ingegneria strutturale parametrica che fornisce un'analisi accurata di capriate

spaziali, telai e gusci. Karamba3D è completamente integrato nell'ambiente parametrico di Grasshopper che è un plug-in per lo strumento di modellazione 3D Rhinoceros (Rhino3d).⁷

2. Alpaca 4D: è un plug-in per Grasshopper sviluppato su OpenSees. Consente di analizzare elementi trave, guscio e mattoni attraverso l'analisi statica, modale e del movimento del suolo. Questo strumento facilita l'interazione con OpenSees rendendo possibile modellare geometrie complesse all'interno del flusso di lavoro parametrico e riducendo il tempo impiegato nella modellazione. L'idea principale di Alpaca4d è fornire un modo semplice ed efficiente per utilizzare OpenSees senza dover sviluppare codici di programmazione.⁸

3. FEM-Design: Questo tool dispone di un'API che consente la progettazione parametrica e l'automazione delle attività. L'API si basa sul linguaggio XML, che consente agli utenti di FEM-Design di comunicare e gestire il software. Questa connessione API ha portato alla creazione di toolbox per Grasshopper.

La riproduzione del modello agli elementi finiti necessita – per tutti gli *Add-On* sopra descritti – della definizione degli elementi (Beam, Truss, Shell), della valutazione dei carichi, della caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali con le relative sezioni trasversali e, della descrizione delle condizioni di vincolo.⁹

Valutazione dei modelli

La valutazione dei modelli tramite i risultati numerici è immediata attraverso l'assemblaggio degli elementi dei singoli campioni. I principali indicatori di confronto tra i software di analisi agli elementi finiti (ad esempio Alpaca4D, Karamba3D e FEM-Design) sono, in questo caso, rappresentati dalla massa e dallo spostamento. L'andamento dello spostamento verticale è descritto attraverso le seguenti immagini per ciascuno dei gusci analizzati attraverso i diversi software FE (fig. 5).

I risultati numerici mostrano un elevato grado di conformità ai gusci di Isler all'interno del quale deve essere considerata la possibilità di un certo grado di deviazione dal comportamento reale delle strutture a guscio di Heinz Isler dovuto al grado di approssimazione in fase di modellazione.

Per ciascun campione analizzato, gli indicatori numerici (massimo spostamento verticale – δ_{max} , e massa) inerenti alle diverse analisi condotte mostrano conformità tra loro, validando le analisi condotte con i tre software indipendenti per tre diversi campioni.

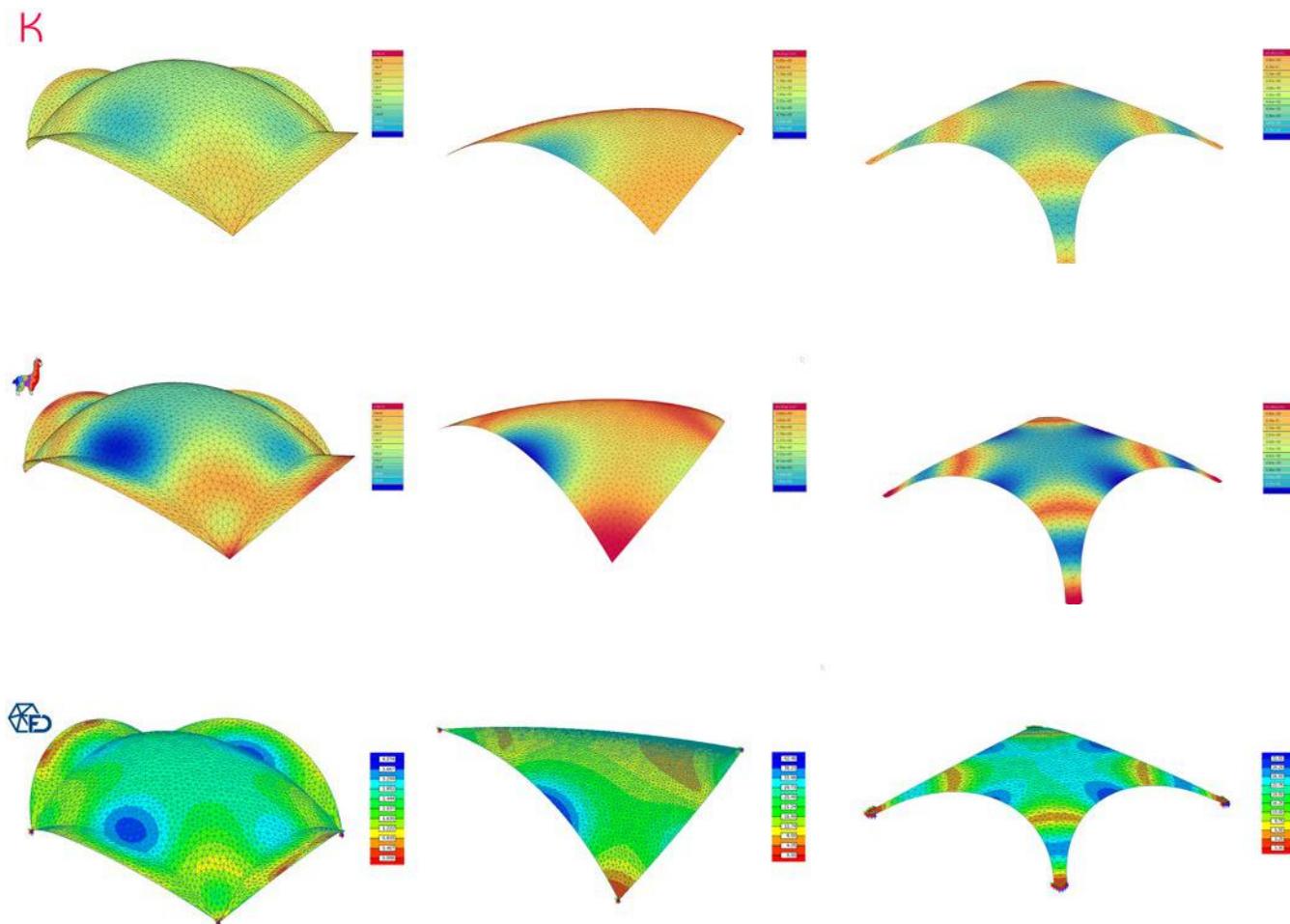
Attraverso l'applicazione di strategie di modellazione parametrica viene consentita la creazione di geometrie e forme organiche di qualsiasi complessità offrendo l'oppo-

Note

1. I. Prerost, *Heinz Isler: seine Kuppeln tönen wie Glocken*, «Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design», vol. III, 1990, n. 4, pp. 52-55.
2. G. Boller, J. Chilton, *Heinz Isler's Experimental Approach to Form-Finding*, in M. Beckh, J. Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, M. Ludwig, A. Schätzke, R. Schützeichel (a cura di), *Candela Isler Mütter: Positions on Shell Construction*, Birkhäuser, Berlin-Boston 2021, pp. 98-109.
3. X. Wang, *Cellular Cavity Structure and its Building Technology for Shell Structure with Thin Sheet Materials*, TU Darmstadt Prints, Darmstadt, 23 maggio 2017.
4. L. Sardone, et al., *A preliminary study on a variable section beam through Algorithm-Aided Design: a way to connect architectural shape and structural optimization*, «Procedia Manufacturing», 2020, pp. 497-504.
5. A. Baghdadi, M. Heristchian, H. Kloft, *Structural assessment of remodelled shells of Heinz Isler*, in «International Journal of Advanced Structural Engineering», 2019, vol. 11, pp. 491-502.
6. A. Tedeschi, *AAD_ Algorithms-Aided Design, Parametric Strategies using Grasshopper®*, Le Penseur Publisher, Brienza 2014.
7. C. Preisinger, *Linking Structure and Parametric Geometry*, in «Architectural Design», 2013, vol. 83, n. 2, pp. 110-113.
8. M. Pellegrino, D. Gaudio, *ALPACA4D - OPENSEES-GH*. Plug-in per la valutazione strutturale disponibile alla pagina «Food4Rhino», 2023: <https://www.food4rhino.com/en/app/alpaca4d-openseesgh>.
9. M. Pellegrino, L. Sardone, M. M. Rosso, V. Gozzi, B. Chiaia, *Algorithm-Aided Design and Analysis for the Comparative Models Study of Heinz Isler's Shells*, in S. Gabriele, A. Manuello, F. Marmo, A. Micheletti (a cura di), *Lecture Notes in Civil Engineering*, Springer, Heidelberg, 2024, vol. 437, pp. 512-521.
10. A. Fiore, G. Marano, C. Marti, M. Molfetta, *On the Fresh/Hardened Properties of Cement Composites Incorporating Rubber Particles from Recycled Tires*, «Advances in Civil Engineering», 2014, n. 1, 876158.
11. L. Sardone, A. Fiore, R. Greco, C. Moccia, N.D. Lagaros, D. De Tommasi, *Algorithm-aided structural-optimization strategies for the design of variable cross-section beams*, «Conceptual Design of Structures», vol. 2021, n. 55, pp. 485-492; E. Frangedaki, L. Sardone, G. Marano, N.D. Lagaros, *Optimisation-driven design in the architectural, engineering and construction industry*, «Structures and Buildings», 2023, vol. 176, n. 12, pp. 998-1009.

5 Comparazione relativa al trend degli spostamenti verticali in Karamba3D, Alpaca4D e FEM-Design by StruSoft

Centro giardino Wyss (1961)			Stazione di servizio Deitingen (1968)			Centro giardino Bürgi (1972)		
Solver	δ_{max} [mm]	Massa [kg]	Solver	δ_{max} [mm]	Massa [kg]	Solver	δ_{max} [mm]	Massa [kg]
Karamba 3D	13.98	326186.93	Karamba 3D	59.24	151877.17	Karamba 3D	66.96	146495.55
Alpaca 4D	14.89	332618.58	Alpaca 4D	59.91	154871.83	Alpaca 4D	70.39	149384.10
FEM - Design	14.16	332416.48	FEM - Design	59.32	153275.16	FEM - Design	68.16	147548.61



5

nità all'utente di poter gestire e modificare qualunque tipo di forma con estrema facilità.

Grasshopper, così come altri software equivalenti che sfruttano linguaggi di programmazione visiva, rappresenta uno potentissimo strumento per la modellazione algoritmica in grado di assistere il progettista nella creazione e nella gestione di geometrie altamente complesse, sia di piccole che di grandi dimensioni. L'integrazione con gli strumenti di analisi, come dimostrato in questo documento, permette di generare complessi modelli matematici tridimensionali attraverso la definizione di un diagramma a nodi, in cui vengono stabilite le relazioni matematiche e geometriche. I modelli matematici sono dinamici e possono essere modificati in tempo reale variando i parametri definiti durante la creazione del diagramma, offrendo ampie possibilità di esplorazione e controllo formale.

La ricerca attuale sulle frontiere dei materiali concreti e degli aspetti di sostenibilità¹⁰ potrebbe anche fornire promettenti percorsi di ricerca nel prossimo futuro, coinvolgendo anche la valutazione del ciclo di vita e gli aspetti relativi all'ottimizzazione delle strutture a guscio sottile adottando tecniche di *Value engineering*.¹¹

Generative Algorithms in Architectural Design: a Comparative Analysis of Heinz Isler's Works

The article explores the integration of generative design in architecture, specifically focusing on the innovative work of Heinz Isler in shell structures. The study aims to reinterpret Isler's methodologies using modern techniques which leverage Visual Programming Languages to achieve cohesion between form and structure. The research delves into three notable projects by Isler: Wyss Garden Center (1961), Deitingen Service Station (1968), and Bürgi Garden Center (1972). The examples highlight Isler's structural design approach and influence on contemporary architectural practices. The study compares numerical modelling tools, i.e. Karamba 3D, Alpaca 4D, and FEM-Design which facilitate the evaluation of complex geometries and structural behaviours within a parametric workflow, thus reducing modelling time and enhancing design efficiency. Integrating these advanced computational tools with Isler's traditional form-finding techniques underscores the evolving nature of architectural design, demonstrating how modern algorithms and parametric design can revitalize classic engineering principles, providing new insights and applications in structural optimization and architectural innovation.

Il Rippmann Floor System (RFS), innovazione sostenibile tra passato e futuro

Francesco Ranaudo

Dr. sc. ETHZ

Le sfide ambientali

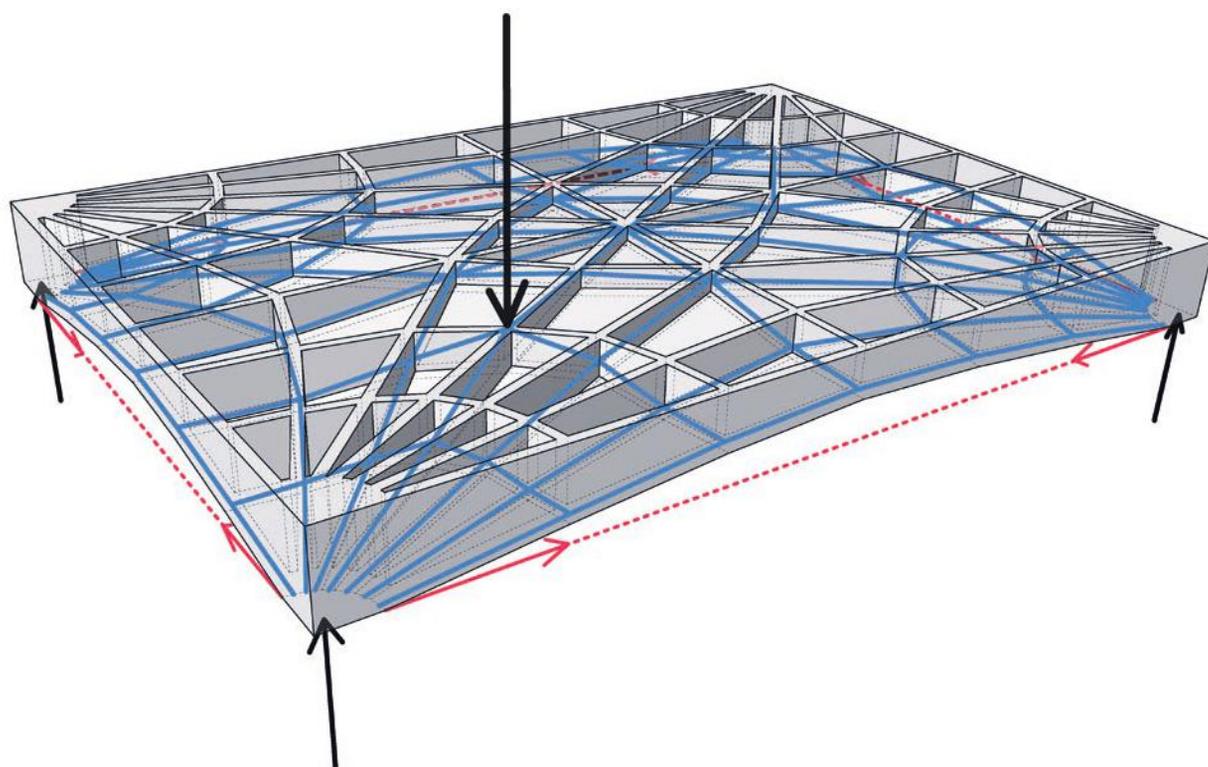
Il settore delle costruzioni è uno dei principali responsabili dell'attuale crisi climatica. Nel 2015, ha contribuito per circa il 40% sia delle emissioni di anidride carbonica (13,1 gigatonnellate) che della domanda energetica (144 exajoule) globali.¹ Questa tendenza è continuata nel 2017² e, sebbene nel 2021 si sia registrato un miglioramento del 10%, principalmente a causa della riduzione della crescita dovuta alla pandemia da COVID-19,³ la situazione è tornata ai livelli precedenti e rimane critica.⁴

Storicamente, architetti e ingegneri hanno concentrato i loro sforzi sulla riduzione del fabbisogno energetico e delle emissioni «operative», progettando impianti di climatizzazione e involucri sempre più efficienti. Tuttavia, nell'ultimo decennio si è cominciato a porre maggiore attenzione sull'energia «immagazzinata» negli edifici,⁵ ovvero sui quantitativi di gas serra legati alla produzione stessa della costruzione, dai suoi materiali alla messa in opera.⁶ È importante notare che, a differenza degli impianti degli edifici che possono essere migliorati, sostituiti e resi più efficienti nel tempo, le emissioni e l'energia accumulate in un edificio alla costruzione sono irreversibili e le scelte di oggi hanno un diretto e importante impatto sul futuro.⁷ Nel 2017, la sola costruzione di edifici ha contribuito per circa il 6% al consumo energetico globale e per circa l'11% delle emissioni globali di CO₂e.⁸ Più della metà di queste è legata alla struttura portante degli edifici.⁹

Accanto alla riduzione delle emissioni e del consumo energetico, anche la scarsità di risorse e l'eccessivo spreco pongono sfide per una crescita sostenibile.¹⁰ Un rapporto dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) del 2019 indica che il consumo globale di materie prime è previsto quasi raddoppiare entro il 2060 a causa della crescita economica e del miglioramento degli standard di vita.¹¹ Attualmente, molti materiali da costruzione dipendono da processi di estrazione ad alta intensità energetica, con conseguenti significativi danni ambientali, compresa la perdita di biodiversità, la scarsità d'acqua e il rilascio di emissioni di anidride carbonica. Inoltre, durante la fase di smaltimento

1 Funzionamento di un solaio funicolare.
In blue la rete di spinta (compressione) e in rosso le forze di tensione. Separando completamente i due percorsi di carico è possibile separare anche i materiali (calcestruzzo e acciaio) e utilizzarli nella rispettiva maniera più efficace. Fonte Block Research Group, 2016

2-3 Solaio funicolare nell'unità di ricerca e innovazione HiLo, costruita sulla piattaforma NEST all'EMPA di Dübendorf. Foto Roman Keller, 2020



1

2^T3

dei sistemi edilizi e delle infrastrutture, i materiali vengono spesso sprecati, aggravando le conseguenze ambientali associate all'attuale approccio di produzione lineare noto come «prendi-produci-spreca».¹² Globalmente, circa 100 miliardi di tonnellate di rifiuti da costruzione, ristrutturazione e demolizione vengono generati ogni anno, con circa il 35% di questi rifiuti che finisce nelle discariche anziché essere recuperato e riciclato.¹³ È tuttavia importante sottolineare che vi è una crescente disparità tra l'offerta e la domanda di materiali riciclati, in particolare per i metalli, come l'acciaio che già viene riciclato in alcuni mercati con tassi superiori al 90%.¹⁴ Pertanto, il semplice riciclo non può essere una soluzione sostenibile e rimane l'imperativo della riduzione dell'uso di materie prime alla fonte.

Una nuova Arte Strutturale: tra passato e futuro

Tali numeri mostrano chiaramente che non è possibile continuare a progettare e costruire in futuro secondo le pratiche di oggi e che è necessaria una nuova spinta innovatrice nell'industria delle costruzioni simile a quella registrata nel secondo dopoguerra per promuovere nuove soluzioni e pratiche costruttive.

Le generazioni precedenti di «maestri costruttori», artisti strutturali come Félix Candela, Eladio Dieste e Heinz Isler, hanno spinto i limiti dell'ingegneria strutturale motivati da ciò che David Billington ha definito come *le tre discipline: efficienza, economia ed eleganza*.¹⁵ Spesso progettando in base a limitazioni di budget, materiali disponibili e manodopera, tali vincoli hanno anche portato a innovazioni rivoluzionarie e a nuovi sistemi costruttivi. Un esempio classico è il *sistema Nervi* di Pier Luigi Nervi, un gruppo innovativo di soluzioni nato dalla scarsità di materiali e dalle restrizioni governative in Italia durante e dopo la Seconda Guerra Mondiale che portò a eclatanti miglioramenti nell'efficienza strutturale e materiale.¹⁶ Tuttavia, fatta eccezione per Frei Otto e Buckminster Fuller, la maggior parte degli architetti e ingegneri visionari del XX secolo non era particolarmente sensibile a considerazioni ecologiche. Pertanto, oggi alle tre «e» di Billington vanno aggiunte quelle di *ecologia ed etica*.¹⁷ È infatti cruciale considerare la responsabilità etica dei progettisti, i quali hanno il dovere di impedire la continuazione di pratiche di costruzione non sostenibili e di evitare la promozione di progetti negligenti, specialmente in regioni in via di sviluppo o con scarse normative ambientali.

La nuova *arte strutturale* esemplificata dalle 5-e impone di ripensare il modo in cui progettiamo e costruiamo gli edifici, di ottimizzare l'uso dei materiali e di sviluppare sistemi che consentano l'utilizzo di materiali meno inquinanti, di estendere la durata degli edifici e di promuovere un'economia più circolare.¹⁸ Ciò può essere ottenuto tramite la progettazione di strutture che impiegano meno materiali, preferibilmente riciclati o rinnovabili, e che possono essere facilmente mantenute, riutilizzate e riciclate, riducendo così l'uso di materie prime. Allo stesso tempo, la vita utile degli edifici va aumentata tramite la creazione di *layout* più flessibili in pianta e strutture che possono sopportare carichi diversificati, servire usi multipli e durare più a lungo, riducendo così la necessità di demolizione e la generazione di rifiuti.

Le strutture in muratura delle grandi cattedrali gotiche sono un esempio lampante dell'applicazione di questi concetti nel passato. I principi di *Riduzione, Riuso, Riparazione e Riciclo*, che sono alla base di un'economia circolare, sono sempre stati parte della storia delle strutture in muratura non armata, sebbene per motivi economici piuttosto che ambientali.¹⁹ Ad esempio, era comune riutilizzare materiali e componenti da edifici demoliti o estrarre direttamente i blocchi di pietra dal cantiere di costruzione. In alcuni casi, il progetto strutturale teneva conto di molteplici requisiti, come la massa termica o le caratteristiche progettuali per catturare le correnti d'aria per il raffreddamento, riducendo la necessità di altri materiali. Tali strategie, rese possibili dai principi delle murature, ovvero dalla sua natura discreta e dalla progettazione attenta della geometria globale e della stereotomia di ciascun blocco, possono essere oggi reintrodotte nelle costruzioni moderne facendo leva sui progressi nel campo della simulazione e fabbricazione digitali.

Una possibile strategia per includere le considerazioni precedenti nella progettazione di nuove strutture è stata presentata da Philippe Block e dal suo gruppo di ricerca²⁰ e riassunta nei principi di *Material Effectiveness* (Efficacia del Materiale) e, *Strength Through Geometry* (Resistenza Attraverso la Forma), *Computational Design* (Simulazione) e *Digital Fabrication* (Fabbricazione Digitale).

4^T5

Materiali e Forma

Il primo principio si basa sulla constatazione che non esiste un materiale perfetto che può essere usato in ogni condizione e che il giusto materiale va applicato nelle parti della struttura dove è più efficace. Sebbene ovvio, questo concetto è oggi ampiamente ignorato. Ad esempio, la stragrande maggioranza delle strutture moderne è realizzata in calcestruzzo armato, un materiale versatile, economico e facile da produrre, con ottime resistenze a compressione e al fuoco, e con coefficienti di impatto ambientale tra i più bassi tra i materiali da costruzione.²¹ Tuttavia, la produzione di cemento (il principale ingrediente del calcestruzzo e il più rilevante in termini di emissioni) è attualmente responsabile dal 4% all'8% delle emissioni globali di CO₂e.²² Il calcestruzzo è inoltre il maggior contribuente alla diminuzione delle risorse di sabbia e causa di gravi danni a letti fluviali e spiagge, impiegando tra il 60% e il 75% della totalità di sabbia estratta nel mondo.²³ Il motivo di tale impatto ambientale non è da ricercare nella natura del materiale in sé, bensì nell'uso sconsiderato che ne facciamo. La maggior parte del calcestruzzo negli edifici è infatti posto in zone della struttura in tensione, dove non ha alcuna efficacia, e quindi sprecato e destinato ad appesantire inutilmente l'edificio, con ovvie ripercussioni sulla struttura rimanente fino alle fondazioni. Quest'uso inappropriato è tra i motivi per cui oggi è la seconda sostanza più utilizzata al mondo (dopo l'acqua).

Accanto al materiale, l'attenzione va posta sulla forma. *Strength Through Geometry* invita gli strutturisti a creare schemi statici che traggono resistenza e stabilità dalla propria geometria e configurazione anziché solo attraverso l'uso di materiali più robusti o rinforzi aggiuntivi. In pratica, questo significa progettare la forma e la disposizione degli elementi in modo tale che possano distribuire uniformemente gli sforzi e le sollecitazioni (fig. 1), sfruttando al meglio le caratteristiche geometriche della struttura stessa. Questo approccio consente di ottimizzare l'efficienza statica, riducendo al contempo la quantità di materia necessaria e promuovendo l'uso di materiali più sostenibili. È importante notare che la forma strutturale più efficace da un punto di vista ambientale non è necessariamente quella che ne minimizza la quantità stessa. Infatti, tale riduzione spesso comporta la

necessità di adottare materiali ad alta prestazione che hanno energia ed emissioni immagazzinate molto più alte delle corrispondenti versioni meno performanti. Ritornando all'esempio del calcestruzzo, passando dalla classe C20/25 a quella C25/30, ovvero aumentando la resistenza caratteristica del 25% e quindi una equivalente possibile riduzione di materiale, si ha allo stesso tempo un aumento delle emissioni equivalenti anch'esso di circa il 25% (dovuto alla maggiore quantità di cemento nella miscela), praticamente vanificando il benefici di tale scelta. È pertanto necessario tenere sempre presente entrambi i principi durante la progettazione di una struttura, combinando scelte strutturali intelligenti con appropriati materiali.

Simulazione e Fabbricazione Digitale

I rimanenti due principi (*Computational Design* e *Digital Fabrication*) rispondono alla necessità di ridurre la complessità di progettazione e di fabbricazione che spesso l'adozione di geometrie strutturali ottimali comporta.

La ricerca di tali schemi statici (*form finding*) è stata storicamente perseguita usando modelli fisici in scala. Famosi, ad esempio, sono quelli di Frei Otto per lo stadio di Monaco e Heinz Isler per i gusci HIB. Tali costosi e lenti prototipi possono oggi essere sostituiti da algoritmi computazionali molto più veloci, economici e affidabili. Numerose librerie di calcolo, spesso open-source come COMPAS (<https://compas.dev/>), sviluppata all'ETHZ, permettono la rapida generazione, analisi e ottimizzazione di geometrie strutturali che possono essere facilmente integrate in processi BIM (*Building Information Modelling*) o ulteriormente ottimizzate usando Intelligenza Artificiale e *Machine Learning*. Allo stesso tempo, la digitalizzazione dei processi di

4-5 CreaTower I. Prospetto esterno e vista interna. Fonte Gigon/Guyer Architekten, 2021

6 Prototipo in scala reale del *Rippmann Floor System* realizzato per CreaTower I. Il prototipo è servito a dimostrare la qualità di produzione e la facilità di installazione in cantiere ed è stato testato per capacità di carico, vibrazioni e isolamento acustico, provando la completa funzionalità di questa struttura innovativa. Fonte Gigon/Guyer Architekten, 2023

fabbricazione, come ad esempio la stampa 3D o l'implementazione di sistemi robotici industriali, permette oggi di realizzare forme molto complesse senza necessariamente compromettere la loro fattibilità economica.

Il Rippmann Floor System

Il *Rippmann Floor System*® (RFS) sviluppato dalla ETH Spin-off VAULTED (www.vaulted-floors.com) è un esempio di come i concetti descritti in precedenza possano essere applicati nella creazione di sistemi strutturali a basso impatto ambientale e circolari già oggi in commercio (figg. 6-7).

L'RFS è un solaio funicolare²⁴ prefabbricato in calcestruzzo non armato, progettato secondo i concetti di *Strength Through Geometry* e *Material Effectiveness*, *Computational Design* e *Digital Fabrication* introdotti precedentemente. È costituito da una struttura a guscio irrigidita da costolature verticali ed è progettato per essere in uno stato di compressione uniforme sotto la combinazione dei carichi predominante. La particolare forma funicolare è ricavata utilizzando metodi di analisi tipici delle strutture in muratura, come l'analisi limite e l'analisi delle reti di spinta,²⁵ che permettono di trovare facilmente configurazioni funicolari dei carichi applicati (fig. 1). La geometria finale è ottenuta combinando quella ottimale ricavata dalle simulazioni con requisiti architettonici, di produzione in fabbrica e di installazione in cantiere. Tali accorgimenti si riflettono anche nella discretizzazione degli elementi del sistema (fig. 8), la quale è scelta per rispettare aspetti logistici, come la fabbricazione, il trasporto sul sito e il montaggio, oltre che per creare cerniere strutturali che riducono l'indeterminatezza delle forze interne e aiutano a controllare che la parte in calcestruzzo non sia soggetta a eccessive tensioni. Il design modulare e le interfacce a giunti asciutti consentono di montarlo facilmente, smontarlo ed eventualmente riutilizzarlo o sostituirlo, interamente o in parti. La spinta orizzontale generata dalla forma funicolare è risolta in tiranti in acciaio disposti lungo i bordi o nelle travi dell'impalcato. La chiara

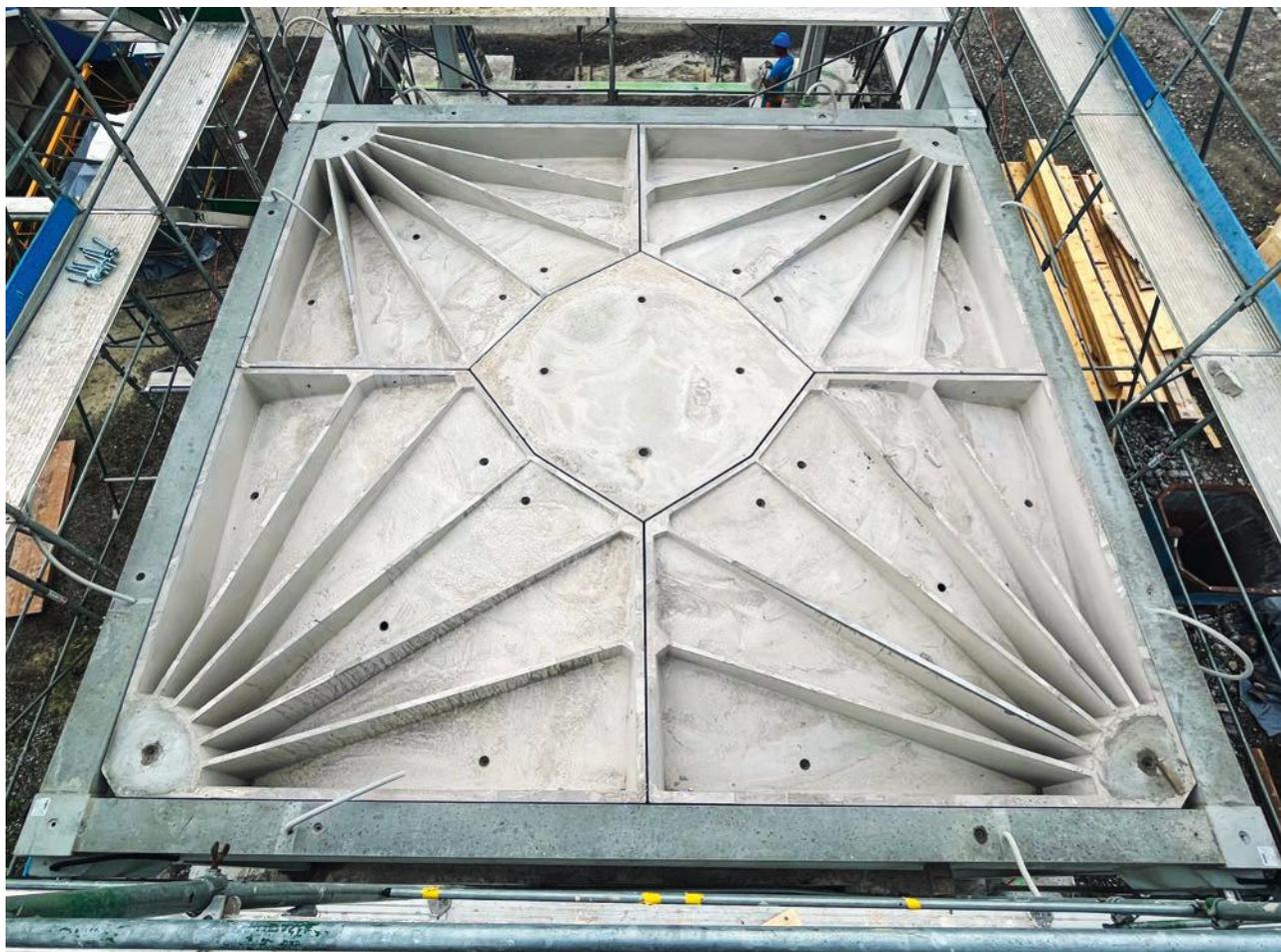
distinzione dei percorsi di carico in compressione (nella volta e nelle costolature) e in tensione (nei tiranti) consente innanzitutto di posizionare il giusto materiale dove è più efficace, ovvero, calcestruzzo non armato nelle zone in compressione e acciaio nelle zone in tensione. Allo stesso tempo, consente di separare un materiale dall'altro, semplificando enormemente il loro riuso o riciclo alla fine della vita utile dell'edificio.

Dopo circa 10 anni di ricerca all'ETH Zürich e la realizzazione e test di numerosi prototipi, la prima opportunità di costruire un solaio funicolare su scala reale è stata offerta dall'unità di ricerca e innovazione HiLo, costruita sulla piattaforma NEST a Dübendorf (CH).²⁶ I due solai funicolari in HiLo (figg. 2-3), di circa 20 m² ognuno e luce massima di circa 5,2 m, sono progettati per sostenere 350 kg/m² di carichi accidentali e 60 min di resistenza, isolamento e separazione al fuoco (REI 60), in pieno rispetto delle normative strutturali svizzere. Tuttavia, questi innovativi solai strutturali utilizzano solo il 50% di calcestruzzo e il 10% di acciaio rispetto a una soletta piena convenzionale, producendo circa il 70% di emissioni di CO₂ in meno.

Il *Rippmann Floor System* è la naturale evoluzione dei solai funicolari di HiLo. Questi ultimi, progettati per essere gettati in opera con casseforme speciali e utilizzabili una sola volta, non possono infatti essere economicamente costruiti su grande scala. L'RFS, invece, è progettato per uno sviluppo industriale: la geometria del solaio è ottimizzata per essere prodotta con casseri durevoli che possono essere riutilizzati molteplici volte; allo stesso tempo, la natura modulare del sistema permette di prefabbricare le singole parti e assemblare il solaio direttamente in cantiere, con indubbi benefici sulla logistica e qualità delle parti prodotte.

Il *Rippmann Floor System* è stato proposto dallo studio di architettura Gigon/Guyer di Zurigo per il progetto Crea Tower I, un edificio per uffici di 10 piani a Zugo previsto in costruzione nel 2025 (figg. 4-5). La torre ha una pianta di circa 35 x 25 m e un'altezza di 40. Nella fase attuale del progetto, gli RFS sono utilizzati solo nella parte sopraelevata della





7

torre, con tre moduli che si ripetono in diverse combinazioni a ogni piano per un totale di 180 RFS. I moduli sono relativamente simili tra loro, con il più grande che misura 6.5 x 6.5 m in pianta. Travi prefabbricate in calcestruzzo armato e post-tese in opera racchiudono gli RFS, fornendo supporto orizzontale e accomodando la spinta di piano. L'uso dell'RFS comporta una riduzione delle emissioni di CO₂e del 69% negli impalcati e del 35% nella totalità dell'edificio.

Il settore delle costruzioni si trova di fronte a sfide significative legate alla crisi climatica, alla scarsità di risorse e all'eccessivo spreco. Tuttavia, attraverso l'adozione di una nuova arte strutturale capace di legare validi principi del passato con i più recenti progressi nel campo della digitalizzazione della progettazione e della fabbricazione delle strutture, è possibile affrontare queste sfide e promuovere un'industria delle costruzioni più sostenibile e responsabile.

Il *Rippmann Floor System* (RFS) rappresenta un esempio tangibile di come questi principi possano essere applicati già oggi nella pratica, concretizzando la visione di un'architettura e ingegneria strutturale più efficiente ed ecologica. L'implementazione del RFS nel progetto Crea Tower I evidenzia il potenziale di tali soluzioni per ridurre le emissioni e migliorare la sostenibilità degli edifici. Tuttavia, per realizzare pienamente il potenziale di queste innovazioni, è necessario un impegno congiunto da parte di progettisti, ingegneri, costruttori e politici per promuovere pratiche costruttive più sostenibili e per adottare normative ambientali più rigorose. Solo attraverso una collaborazione efficace e un impegno collettivo possiamo trasformare il settore delle costruzioni verso un futuro più sostenibile e resiliente.

The Rippmann Floor System (RFS): sustainable innovation between past and future

The construction sector is one of the main culprits behind the climate crisis, accounting for about 40% of global CO₂ emissions. In historical terms, the focus has been on the reduction of operative emissions, but in recent years the emphasis has shifted to emissions «stored» in buildings, namely those connected with their construction. Furthermore, the scarcity of resources and their waste represent other fundamental challenges to sustainable growth, with global consumption of raw materials predicted to almost double by 2060. It is necessary to abandon the linear «take-make-waste» production model and to adopt a circular economy. This article points to the necessity of adding Ecology and Ethics to the three classic disciplines of architecture – Efficiency, Economy and Elegance – to obtain a new thrust for innovation, similar to that of the period after World War II. One example of this direction is the *Rippmann Floor System* (RFS), a prefabricated system in non-reinforced concrete that combines the principles of Material Effectiveness and Strength Through Geometry with those of Computational Design and Digital Fabrication to create an optimal, efficient structural geometry for low environmental impact.

Nevertheless, to fully achieve the potential of these innovations, a joint commitment is needed on the part of designers, engineers, builders and policy makers, to promote sustainable construction practices, to enact rigorous environmental standards, and to transform the construction sector towards a more sustainable and resilient future.

- 7** Prototipo in scala reale del *Rippmann Floor System* realizzato per CreaTower I. I cinque elementi del sistema sono prodotti in fabbrica e assemblati in opera. La struttura è progettata per ridurre circa il 50% di calcestruzzo, l'80% di acciaio e il 70% di emissioni se paragonato a un solaio pieno convenzionale. Foto Francesco Ranaudo, 2023
- 8** Installazione di uno degli elementi dell' RFS. Il sistema è progettato per utilizzare macchinari e mezzi tradizionali. Ogni elemento può includere elementi architettonici particolari come recessi per pannelli acustici e fori per il passaggio di impianti e sprinklers. Foto Philippe Block, 2023



8

Note

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Global Alliance for Buildings and Construction, *2016 Global Status Report - Towards a Zero-Emission Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, 2016.
2. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Global Alliance for Buildings and Construction, *2017 Global Status Report - Towards a Zero-Emission Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, 2017.
3. United Nations Department of Economic and Social Affairs, *2021 Global Status Report for Buildings and Construction - Towards a Zero-Emission Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, 2021.
4. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Global Alliance for Buildings and Construction, *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-Emission Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, 2022.
5. T. Ibn-Mohammed, R. Greenough, S. Taylor, L. Ozawa-Meida, A. Acquaye, *Operational vs. Embodied Emissions in Buildings: A Review of Current Trends*, «Energy and Buildings», 2013.
6. Cfr. nota 4 e 5.
7. C. De Wolf, F. Yang, D. Cox, A. Charlson, A.S. Hattan, J. Ochsendorf, *Material Quantities and Embodied Carbon Dioxide in Structures*, «Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability», 2016, n. 8, pp. 150-161.
8. Cfr. nota 2.
9. Cfr. nota 7.
10. P. Block, C.C. Barentin, F. Ranaudo, N. Paulson, *Imposing Challenges Disruptive Changes: Rethinking the Floor Slab*, Ruby Press, 2020; P. Block, T. Van Mele, M. Rippmann, F. Ranaudo, C.C. Barentin, N. Paulson, *Redefining Structural Art: Strategies, Necessities and Opportunities*, «The Structural Engineer», 2020, n. 1, pp. 66-72.
11. OECD, *Global Material Resources Outlook to 2060*, 2019.
12. Cfr. nota 4.
13. Z. Chen, Q. Feng, R. Yue, Z. Chen, O. Moselhi, A. Soliman, A. Hammad, C. An, *Construction, Renovation and Demolition Waste in Landfill: A Review of Waste Characteristics, Environmental Impacts and Mitigation Measures*, «Environmental Science and Pollution Research», 2022.
14. Cfr. nota 4.
15. D.P. Billington, *The Tower and the Bridge: The New Art of Structural Engineering*, Princeton University Press, Princeton 2022.
16. A. Halpern, D. Billington, S. Adriaenssens, *The Ribbed Floor Slab Systems of Pier Luigi Nervi*, Princeton University Press, Princeton 2013.
17. Cfr. *Redefining structural art* [...] in nota 10.
18. Cfr. nota 4.
19. W. McDonough, M. Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York 2002.
20. J. Fitchen, *The Construction of Gothic Cathedrals: A Study of Medieval Vault Erection*, University of Chicago Press, Chicago 1981.
21. Cfr. *Redefining structural art* [...] in nota 10.
22. FF. Preston, J. Lehne, *Making Concrete Change: Innovation in Low-Carbon Cement and Concrete*, Chatham House, London 2018.
23. Cfr. nota 21.
24. H. Ritchie, M. Roser, *Urbanization, Our World in Data*, 2019, <https://ourworldindata.org/urbanization>.
25. United Nation Environment Programme, *Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources*, Genève 2019; J. Smith, *World without sand: The race to save a precious resource*, «New Scientist», 2018. URL: <https://www.newscientist.com/article/mg23731650-300-world-without-sand-the-race-to-save-a-precious-resource/>; TN. Tweedie, *Is the world running out of sand? The truth behind stolen beaches and dredged islands*, «The Guardian», 2018. URL: <https://www.theguardian.com/global/2018/jul/01/riddle-of-the-sands-the-truth-behind-stolen-beaches-and-dredged-islands>.
26. A. Liew, D.L. López, T. Van Mele, P. Block, *Design, Fabrication and Testing of a Prototype Thin-Vaulted Unreinforced Concrete Floor*, «Engineering Structures», 2017, pp. 323-335; M. Rippmann, A. Liew, T. Van Mele, and P. Block, *Design, fabrication and testing of discrete 3d sand-printed floor prototypes*, «Materials Today Communications», pp. 254-259, 2018; F. Ranaudo, T. Van Mele, P. Block, *A low-carbon, funicular concrete floor system: design and engineering of the HiLo floor*, «Proceedings of IABSE Congress 2021», Ghent 2021; F. Ranaudo, *Funicular Floor Design*, ETHZ, Zürich 2023.
27. P. Block, *Thrust Network Analysis: Exploring Three-dimensional Equilibrium*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 2009; P. Block, J. Ochsendorf, *Thrust network analysis: A new methodology for three-dimensional equilibrium*, «Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures», 2007, n. 12, pp. 167-173.
28. Cfr. *A low-carbon, funicular concrete floor system...* in nota 24.

Heinz Isler in Ticino

Valeria Gozzi

Questo excursus si concentra sulla produzione di Isler in Ticino: delle oltre 1400 opere progettate, molte delle quali realizzate in territorio elvetico, quelle costruite nel nostro cantone offrono un ventaglio esemplare di soluzioni metodologiche a supporto della sua personale ricerca dedicata al *form finding*. L'obiettivo della nostra indagine è stato quello di raccogliere in una serie di schede i progetti sviluppati a sud delle Alpi. La ricerca ha preso forma attraverso un itinerario ragionato delle opere dell'autore, nel quale si è cercato di riflettere sia sugli aspetti ingegneristici, sia sulle qualità architettoniche dei vari interventi, soffermandoci non solo sui tratti peculiari della costruzione, ma anche sul rapporto che questi manufatti, in apparenza così avulsi da ogni contesto, hanno saputo costruire con le differenti situazioni al contorno. Compagni di viaggio sono stati l'architetto Nicola Baserga, contitolare dello studio baserga mozzetti architetti, e l'ingegnere Roberto Guidotti dello studio ingegneri pedrazzini guidotti. Grazie alla loro consolidata collaborazione e all'affinata ricerca professionale, i due interlocutori hanno offerto una lettura duplice delle opere.

Il luogo d'incontro è la Migros di Bellinzona. In piazza del Sole, dove ci salutiamo, inizia il nostro percorso. Come spesso accade, la prima considerazione architettonica nasce dalla lettura della situazione urbana: osserviamo, infatti, come il guscio sia sovrastato dalle fortificazioni dei castelli e dal retrostante edificio, una volta sede degli uffici della Migros. Le successive considerazioni ruotano intorno alla possibile simmetria tra la nostra percezione e quella del progettista: un percorso non lineare che ha visto Isler impegnato nella traduzione del programma funzionale in una serie di variazioni geometriche prima di raggiungere la forma finale del guscio. Entrati, l'occhio attento dei progettisti nota i tiranti in acciaio sulle facciate, percependoli quasi come elementi estranei: ci si chiede se fossero stati predisposti da Isler o se fossero frutto di aggiunte successive. Scorrendo il materiale fotografico e progettuale a nostra disposizione, intuivamo che la Migros è uno di quei casi in cui il *form finding* è stato volutamente piegato dal progettista alle esigenze architettoniche, nel desiderio di verticalizzare gli appoggi e di alzare il culmine della struttura: accorgimenti che hanno sicuramente contribuito a un inserimento più armonioso in un contesto urbano articolato come quello di piazza del Sole. Ciò ha richiesto, da un punto di vista ingegneristico, la ripresa degli sforzi di trazione nel calcestruzzo alla quota in cui la geometria naturale subisce la deviazione necessaria per assecondare le decisioni progettuali.

La seconda tappa dell'itinerario è il Centro giardino Bürgi a Camorino: il contesto periurbano e la destinazione d'uso della struttura sono sostanzialmente diversi dall'esempio precedente a Bellinzona. Lo spazio del Piano di Magadino e la distanza considerevole dalle altre costruzioni permettono a Isler di realizzare la copertura grazie alla geometria ottenuta con la modellazione a espansione, un metodo già sperimentato e ritenuto dallo stesso ingegnere ideale per gusci di piccole e medie dimensioni. Vengono prese in esame la scelta della forma in base al contesto, considerando aspetti strutturali e architettonici: è proprio l'approccio di Isler e la sua capacità di sperimentare metodi di modellazione differenti in base alla situazione specifica che accende il dibattito. Basti pensare alla proposta per la piscina dell'Hotel Splendide dove, attraverso il lavoro eseguito direttamente sul modello, ottiene le controcurvature necessarie per alzare le vetrate: un espediente necessario per aprire lo sguardo verso l'esterno e il paesaggio del lago, osserva Baserga, e, al tempo stesso, un accorgimento funzionale all'irrigidimento della struttura, puntualizza Guidotti. Una simile attitudine si percepisce anche in altre opere descritte nelle schede seguenti, come il Parco ricreativo Sole Lago. Sebbene mai realizzato, di questo progetto restano disegni significativi che evidenziano l'importanza della pianificazione urbanistica e paesaggistica nei lavori di Isler.

La giornata offre anche momenti di analisi di documenti, immagini e disegni d'archivio, utili per una riflessione specifica sulle tecniche costruttive. Interpretando l'eredità lasciata dall'autore, alla luce delle esigenze contemporanee di sostenibilità, economicità e velocità di esecuzione del progetto, si nota con interesse l'estrema attualità del suo lavoro, capace di coniugare innovazione, rigore metodologico e attenzione alla gestione del cantiere. Le sue strutture sono leggere e sottili, e acquisiscono maggiori spessori solo dove staticamente necessario: ciò comporta un utilizzo minimo del materiale, con conseguente riduzione dell'energia grigia incorporata. Il peso ridotto del sistema diminuisce l'onere delle opere provvisorie, composte da piccoli elementi facilmente movimentabili senza l'impiego di mezzi pesanti e spesso riutilizzabili. Lo studio e la modellazione fisica degli aspetti esecutivi, insieme alla definizione dei dettagli, integrati nelle prime fasi di concezione statica e architettonica, offrono una prospettiva assolutamente contemporanea che vede il progetto come una sintesi dei diversi aspetti della costruzione.

- 1 Schizzo prospettico del fronte della piscina coperta del complesso
- 2 Planimetria dove vengono indicati anche i percorsi interni e le relazioni con le strade esistenti
- 3 Disegno assonometrico del complesso in cui si ritiene Isler tenti una analisi paesaggistica e pianificatoria della zona. Si nota anche la vicinanza tra il centro ricreativo e il già realizzato Centro giardino Bürgi

Heinz Isler

Parco ricreativo Sole Lago, Camorino

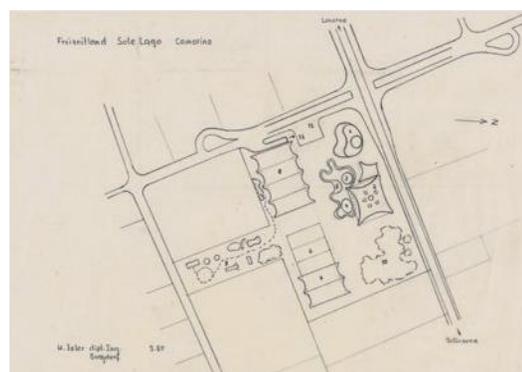
Luogo	Camorino
Committente	Charly Glaus-Somaini
Architettura e ingegneria civile	Heinz Isler
Cronologia	1980
Contesto	
destinazione	impianto sportivo e ricreativo
inserimento	ambiente periurbano

Il progetto, inedito e non realizzato, era previsto nei pressi del Centro giardino di Bürgi e comprendeva una piscina, campi da tennis coperti, una sala per grandi eventi e un bar.

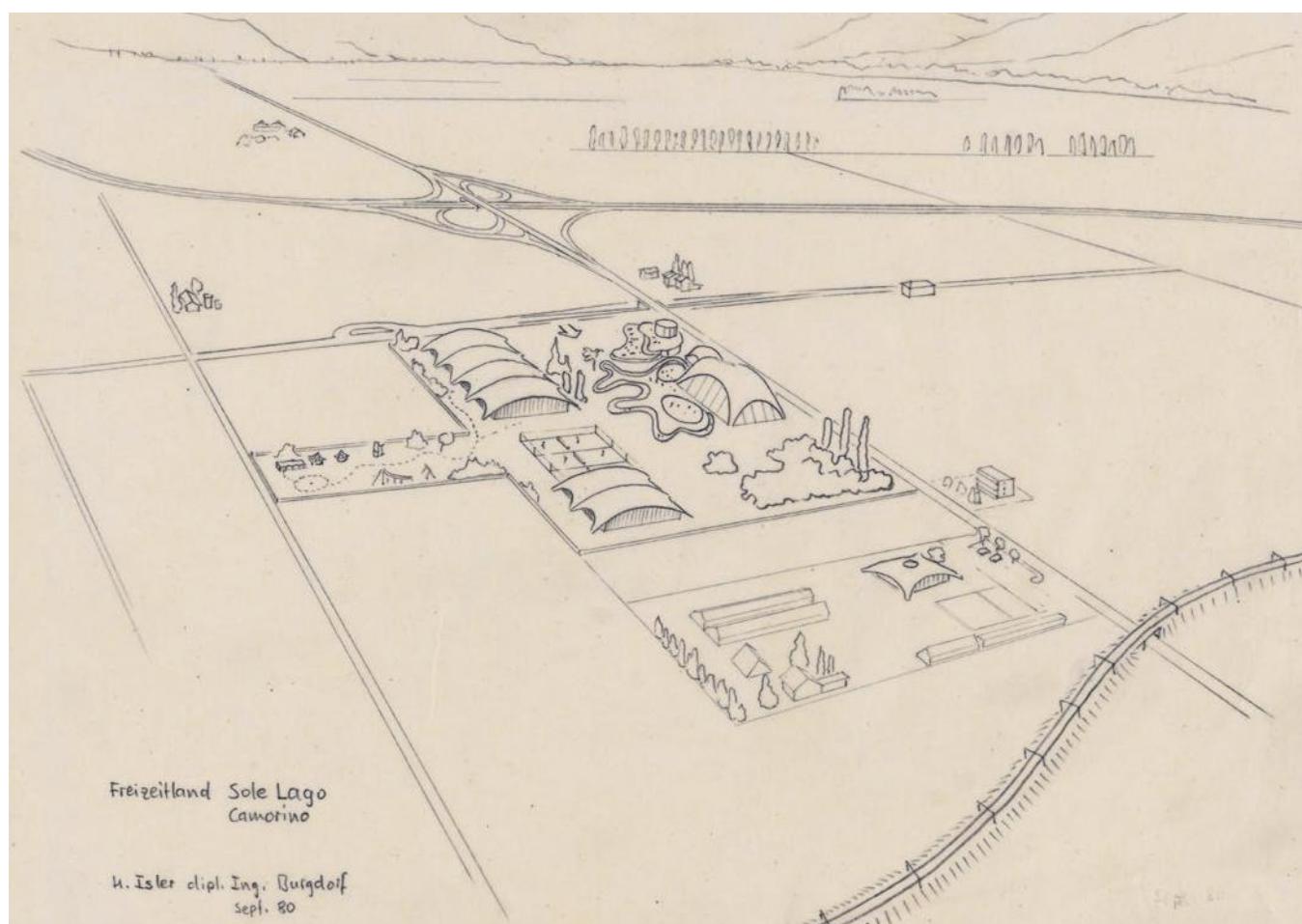
In archivio, sono conservati alcuni schizzi dove si evidenzia la pianificazione dell'opera con il posizionamento delle costruzioni in una proposta paesaggistica preliminare. Le volumetrie destinate ai campi da tennis rimandavano ai gusci modulari già utilizzati in diversi progetti realizzati da Isler nella Svizzera francese e tedesca. Tra tutti, un progetto esemplare è il centro ricreativo a Heimberg (1978-1979). Questi erano caratterizzati da una pianta rettangolare con doppia simmetria e bordi con controcurvatura.



1



2



3

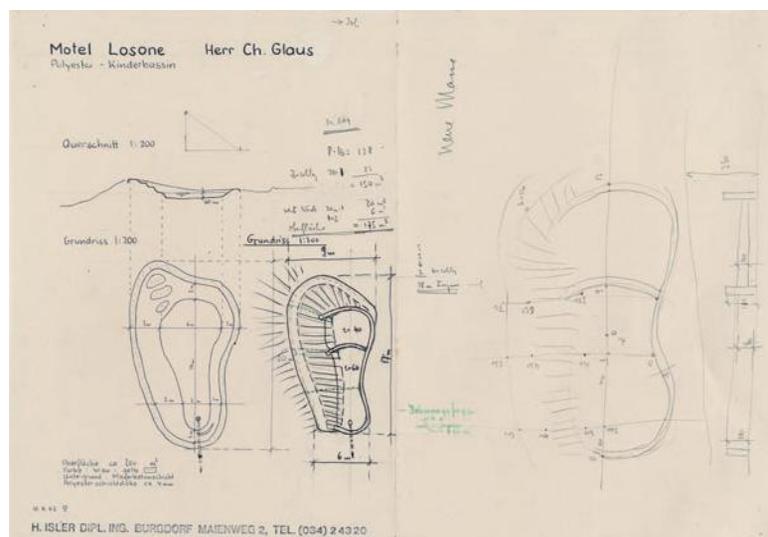
Heinz Isler

Due vasche per la piscina del Motel Losone

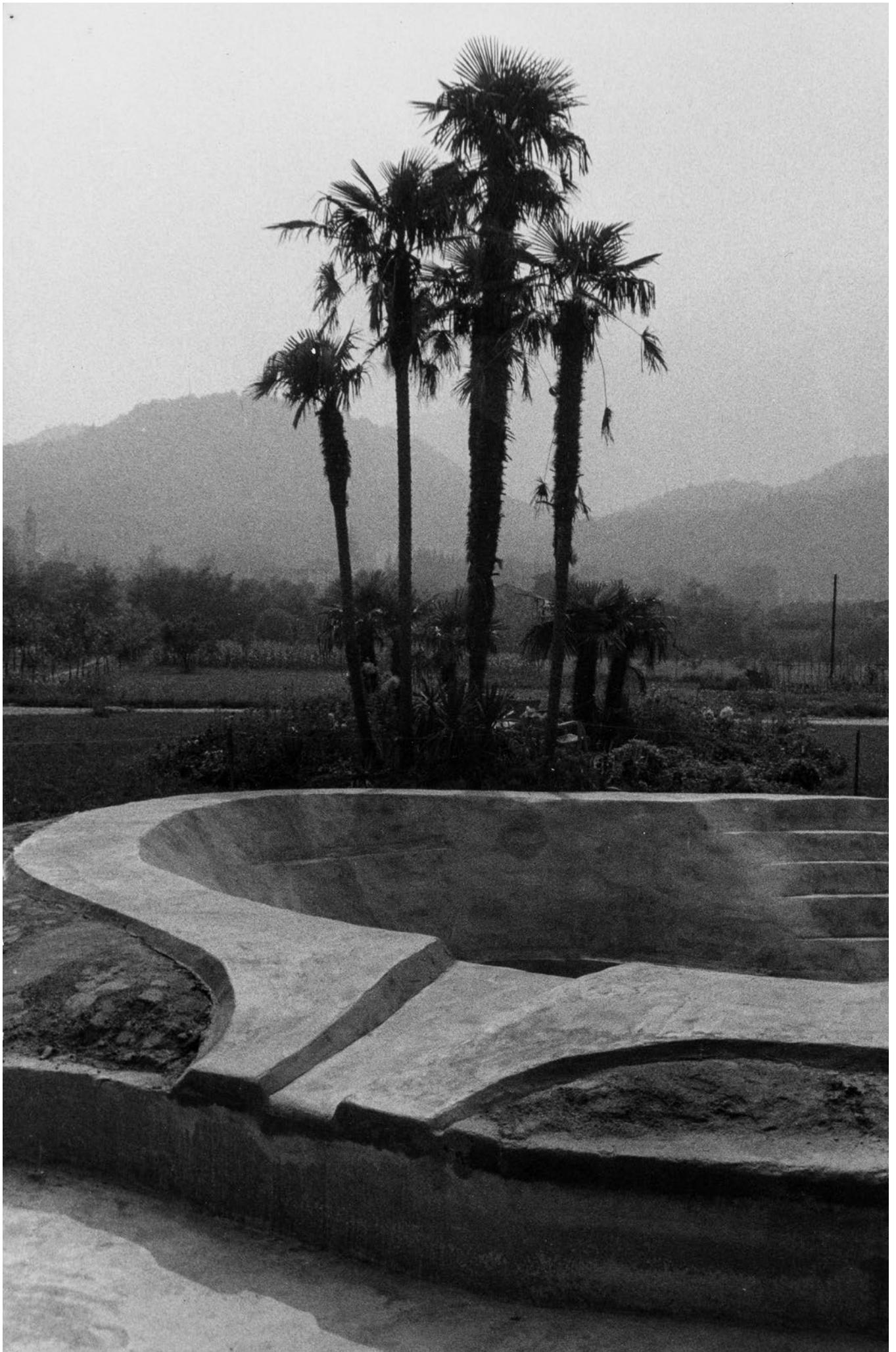
Luogo	Losone
Committente	Motel Losone (Charly Glaus-Somaini)
Architettura e ingegneria civile	Heinz Isler
Cronologia	1956-1962
Geometria	
dimensioni	lato: 32 m; lato: 24 m superficie piscina principale ampliata: 370 m ² superficie piscina bambini: 200 m ²
spessore	3-4 mm poliestere, vetroresina
fondazioni	superficiali
Materiali	poliestere fibrorinforzato
Concetto statico	vasca
Metodo	
principio sperimentale	cumulo di terra a forma libera (<i>freely-shaped hill</i>)
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	nessun modello utilizzato
Contesto	
destinazione	impianto sportivo e ricreativo
inserimento	albergo, ambiente periurbano

Nel 1956 Charly Glaus-Somaini, proprietario del Motel Losone, incaricò Isler di progettare la piscina esterna della struttura alberghiera. Questa è stata uno dei suoi primi lavori realizzati e venne presentato nella sua relazione *New Shapes for Shells* durante la nota conferenza di Madrid del 1959 come esempio applicativo del metodo del cumulo di terra a forma libera (*freely-shaped hill*). Il sistema prevedeva l'utilizzo di una massa di terreno disposta secondo l'angolo di natural declivio, come cassaforma su cui gettare il calcestruzzo. Il guscio una volta indurito si poteva movimentare come un elemento prefabbricato.

Nel caso della vasca si è trattato di un'inversione del procedimento: la geometria di scavo risulta dunque definita sfruttando la stabilità intrinseca del terreno senza la necessità di aggiungere ulteriore materiale di consolidamento se non quanto necessario per l'impermeabilizzazione. La tecnica di posa del poliestere fibrorinforzato utilizzato come impermeabilizzante è stata infine quella impiegata nell'esecuzione in opera; ciò ha permesso di non ricorrere alla prefabbricazione.

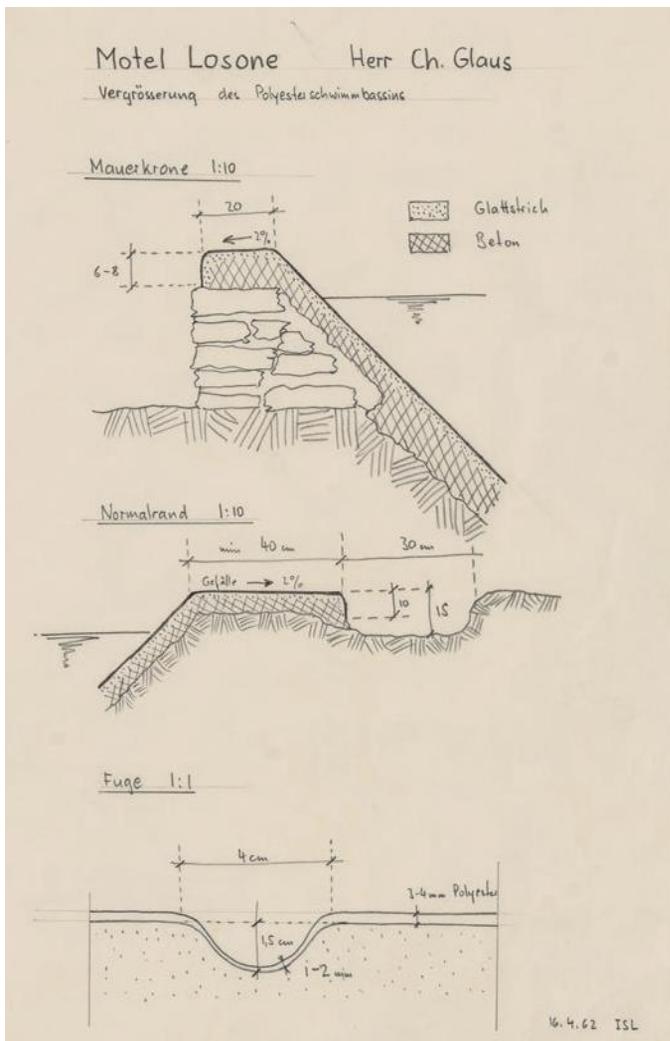


- 1 Disegno della vasca dei bambini. Nell'immagine si riporta lo schizzo e lo sviluppo del suo scavo
- 2 Vista della vasca principale terminata, lato del tropopieno





3

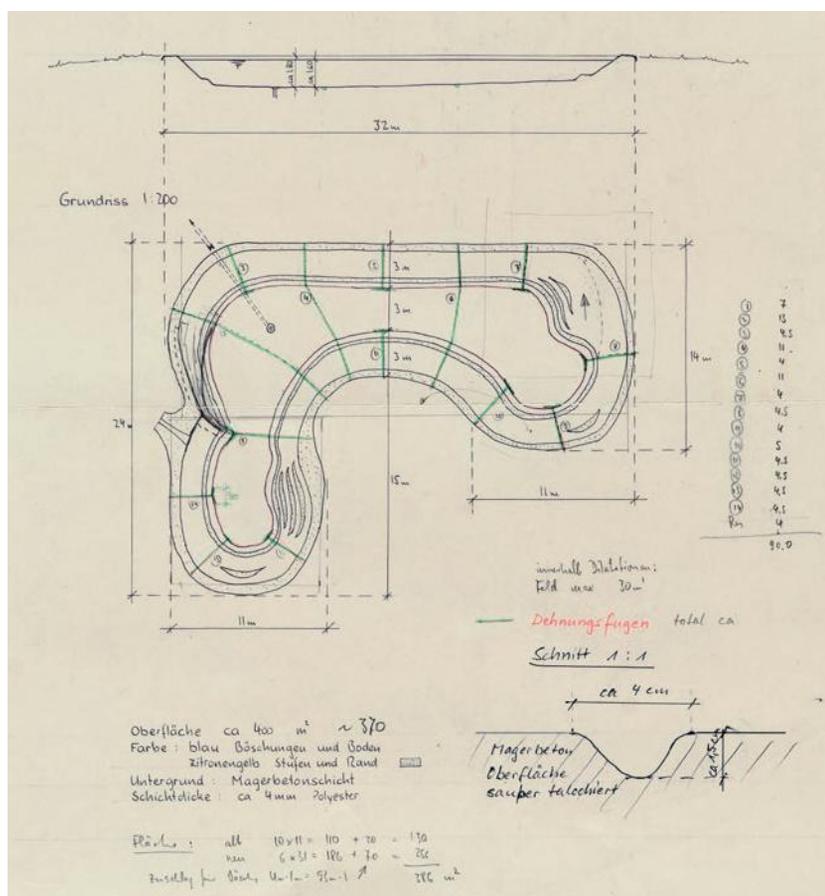


4

Alla conferenza del 1959 Isler aveva mostrato una sola vasca; la stessa committenza lo inviterà poi a realizzare nel 1962 un ampliamento e una seconda piscina dedicata ai bambini. Nonostante fosse agli esordi, analizzando la documentazione del progetto, emergono già alcuni tratti distintivi del suo modo di lavorare: lo studio accurato della fase esecutiva e l'attenzione meticolosa ai dettagli. L'ingegnere aveva progettato ogni aspetto della costruzione con la medesima cura impiegata nella realizzazione dei suoi modelli in laboratorio. Lo scavo venne eseguito seguendo i disegni di dettaglio da lui sviluppati: su un sottile sottofondo di calcestruzzo magro sono posati 4 mm di strati di poliestere con fibre di vetro, secondo un programma temporale da lui stabilito seguendo uno schema preciso, come documentato nelle straordinarie foto di cantiere. Nulla fu lasciato al caso, nemmeno il giunto di dilatazione, contemplato fin dall'inizio nei disegni costruttivi.

- 3 Immagine delle fasi esecutive dove si possono notare i diversi strati messi in opera
- 4 Tavola con i dettagli tipologici delle sponde delle vasche e il giunto di dilatazione. Da questi disegni si evince il principio progettuale proposto da Isler che impiega spessori minimi e utilizza la topografia stessa come elemento stabilizzante e strutturale
- 5 Planimetria della vasca principale con l'indicazione dei giunti di dilatazione. L'artigianalità dell'approccio esecutivo è evidenziata dal fatto che l'ingegnere progettista indicasse sui piani tutte le informazioni necessarie all'impresa; tra queste, la stima delle quantità
- 6 Vista della vasca principale ultimata. Isler si è occupato anche della gestione funzionale dell'opera, dallo studio del troppo pieno al drenaggio per lo svuotamento del bacino

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



5
6



Heinz Isler, Hansjörg Sigg

Centro Coop, Biasca

Luogo	Biasca
Committente	Coop
Architettura	Hansjörg Sigg (Basilea)
Ingegneria civile	Heinz Isler
Cronologia	1962-1963
Conversioni/interventi	demolizione
Geometria	
dimensioni	lato: 22.8 m; lato: 22.8 m; h max: 8.23 m; superficie complessiva del guscio: 576 m ²
fondazioni	diretta a livello -1
Materiali	fondazione e interrato > cls HB 400
Concetto statico	guscio bilanciato con cavi di precompressione
Metodo	
principio sperimentale	forma geometrica
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	si presume nessuna modellazione, dato che il progetto è stato realizzato sulla base del Centro giardino di Zuchwil
Contesto	
destinazione	edificio commerciale
inserimento	ambiente urbano

Poco dopo la realizzazione del Centro giardino Wyss a Zuchwil nel 1961, Heinz Isler utilizza anche nella progettazione del Centro Coop di Biasca una forma libera a partire da una geometria definita matematicamente. La struttura presenta una forma a pianta centrale con quattro appoggi, una configurazione molto semplice ma efficace per il programma funzionale previsto. La particolarità risiede nell'assenza di travi di bordo. Il guscio si piega con una curvatura in aggetto lungo i lati perimetrali, aumentando la rigidità della struttura ma mantenendo uno spessore ridotto del calcestruzzo armato. Per la costruzione utilizza, come nell'opera precedentemente citata, una centina in legno composta da capriate curve e un sistema di travi sulle quali si disponevano a intervalli regolari sottili assi di legno, a cui era fissato l'isolamento che aveva anche la funzione di cassaforma a perdere nella fase costruttiva. Il pacchetto totale pesava solo 300kg/m², molto meno rispetto a una struttura tradizionale, il che rendeva il sistema costruttivo molto efficiente e poco costoso. Come nella maggior parte dei gusci da lui progettati, anche qui sono presenti cavi di precompressione a livello delle fondazioni. Questa tecnica riduce gli sforzi orizzontali sulla struttura compensando le forze di trazione nel calcestruzzo.

Il Centro Coop di Biasca è stato demolito: purtroppo, la datazione precisa non è documentata nelle fonti disponibili.

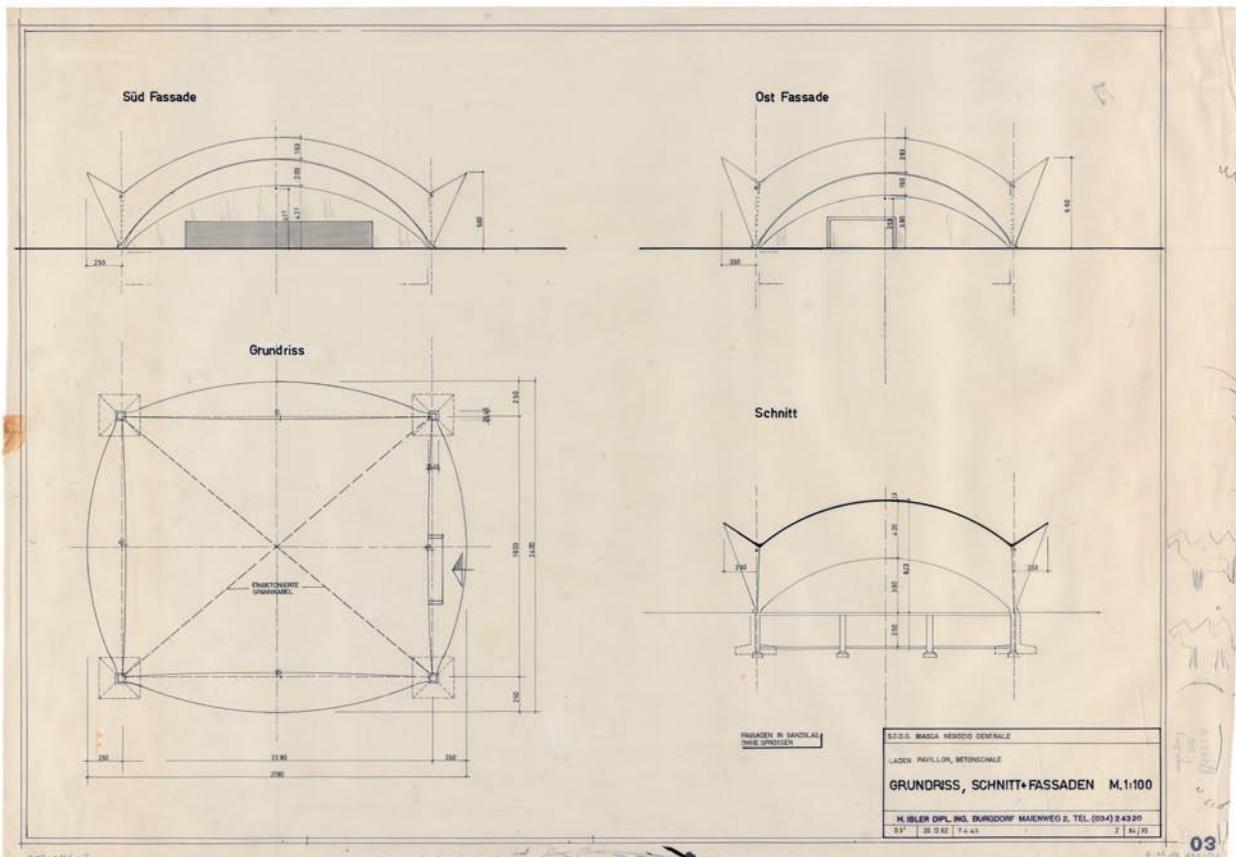


- 1 Fotomontaggio del Centro Coop di Biasca nel contesto urbano del paese. Isler ha sempre prestato notevole attenzione all'inserimento paesaggistico dei suoi progetti, mettendo in relazione la forma dei gusci e dunque la tecnica di modellazione con il contesto specifico
- 2 Immagine che ritrae Isler in cantiere. La tecnica costruttiva del guscio è semplice e chiara, egli ha utilizzato una centina provvisoria molto leggera composta da travi, assi di legno e pannelli coibentati come cassero a perdere, su cui ha posato l'armatura secondo gli assi principali delle tensioni propri delle strutture in questione





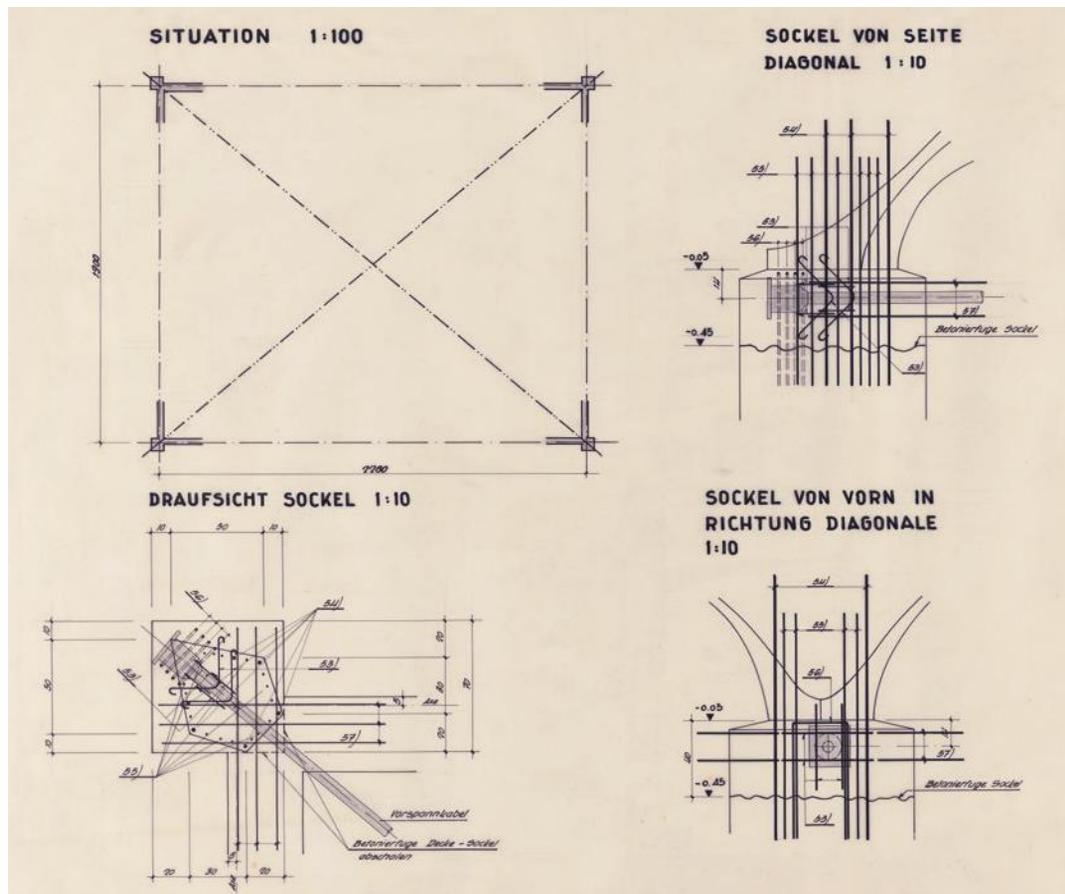
3



4

- 3 Immagine della fase di getto del calcestruzzo. Per ridurre al minimo il quantitativo di materiale impiegato e per seguire la geometria curva, il calcestruzzo veniva spruzzato
- 4 Pianta, sezione e prospetti. In quasi tutti i progetti sviluppati, Isler si occupava anche del disegno e della definizione delle facciate, nonché della loro relazione con il guscio
- 5 Dettaglio del giunto tra guscio e cavi di precompressione, uno dei dettagli più articolati dei suoi progetti: i cavi di precompressione sono necessari per compensare gli sforzi di compressione orizzontali alla base. Data la forma della sovrastruttura, la predisposizione dei cavi in diagonale risulta essere la più efficiente in quanto essi sono orientati secondo la risultante degli sforzi lungo le facciate perpendicolari
- 6 Immagine di dettaglio dell'edificio ultimato. In questo progetto, come in altri casi, gli appoggi a terra seguono una curvatura dolce. Il deflusso delle acque è garantito dalla geometria stessa della struttura

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



Heinz Isler, Luigi Chiesa, Walter Bächler

Supermercato Migros, Bellinzona

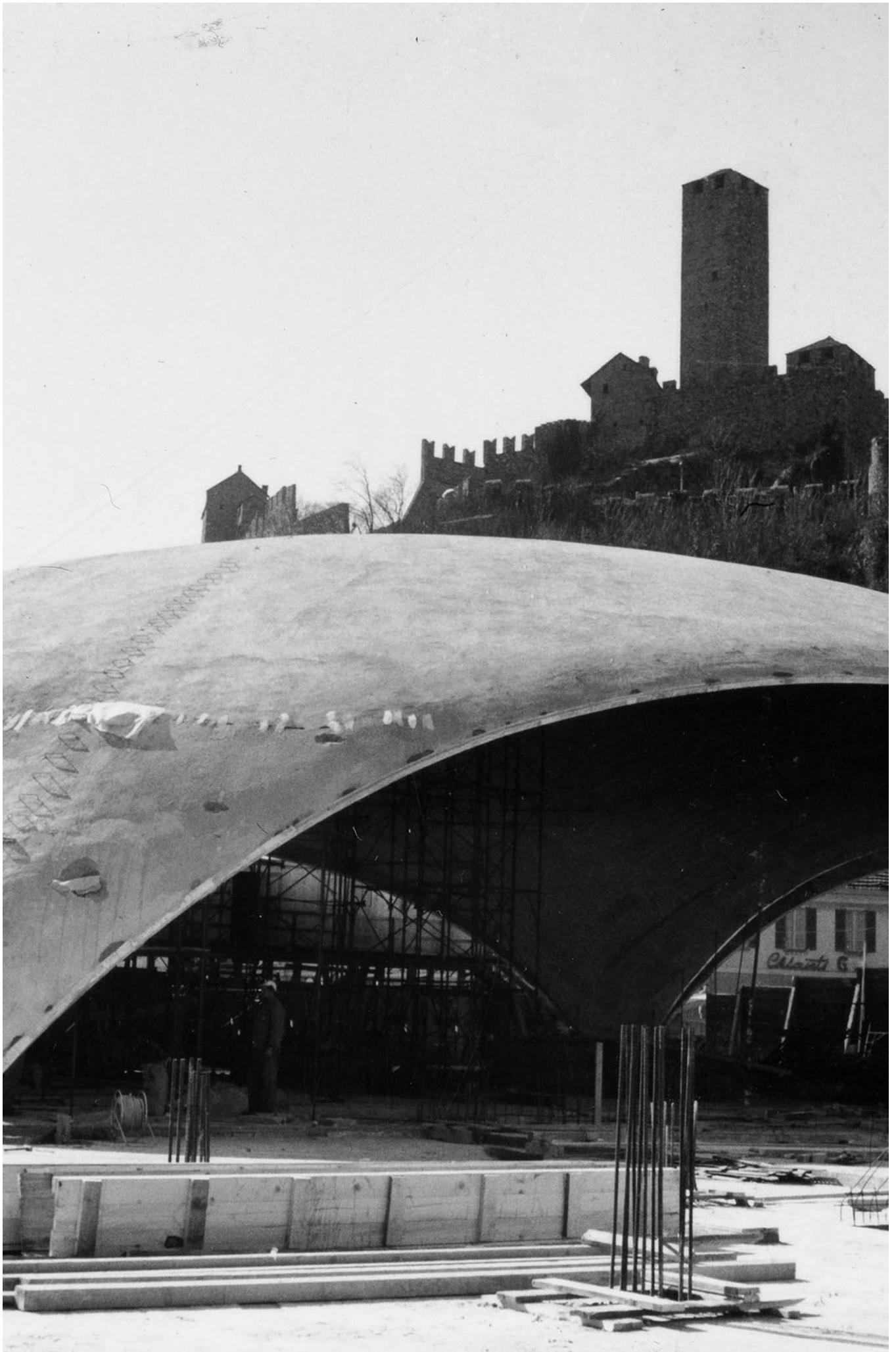
Luogo	Bellinzona
Committente	Cooperativa Migros Ticino
Architettura	architetti: Luigi Chiesa (Bellinzona), Walter Bächler (Bellinzona)
Ingegneria civile	progetto: Heinz Isler
Cronologia	1962-1964
Conversioni/interventi	risanamento 1983 - 2004
Geometria	
dimensioni	lato: 31 m; lato: 31 m; h max: 10.15 m; superficie complessiva del guscio: 961 m ²
fondazioni	dirette
Materiali	fondazioni e interrato > cls HB 300/ hb350 con plastocrete Sika
Concetto statico	guscio bilanciato con cavi di precompressione
Metodo	
principio sperimentale	forma a espansione (<i>flow form</i>)
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	sviluppo della forma e controllo con modello fisico
Contesto	
destinazione	edificio commerciale
inserimento	ambiente urbano

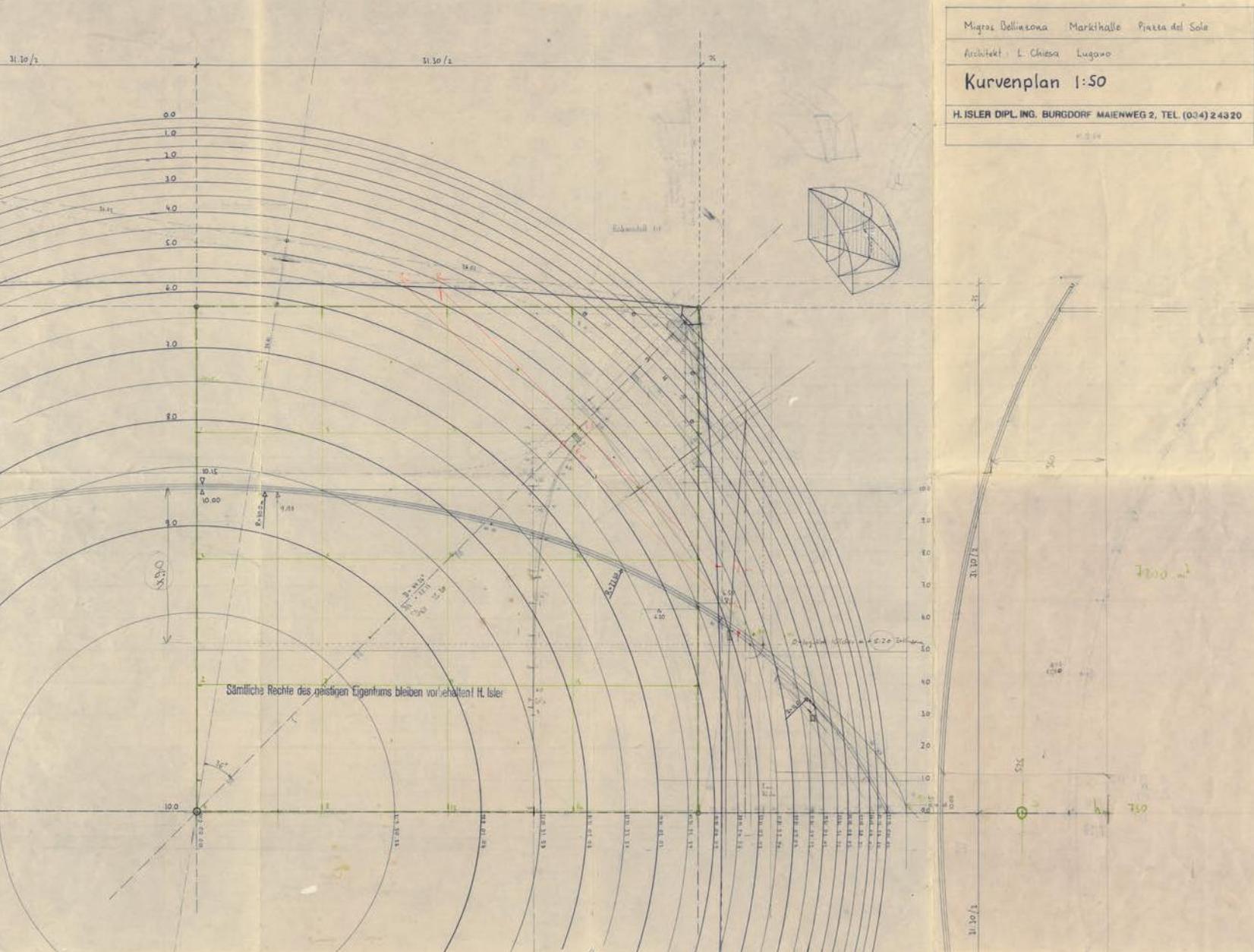
La struttura costituisce una variazione del progetto di Biasca senza gli irrigidimenti sui bordi. La forma è stata inoltre modificata, rendendo la curvatura del guscio più ripida verso gli appoggi, per poter meglio risolvere il programma funzionale al suo interno e adattarsi al contesto urbano. Il cambiamento ha richiesto la realizzazione di alcune prove su modello per garantire l'idoneità del comportamento strutturale, il quale è stato realizzato nel giardino dell'ufficio di Isler e la cui costruzione ha permesso di controllare le diverse fasi esecutive su una scala ridotta prima di iniziare il cantiere. Si è trattato di un passaggio fondamentale per verificare la fattibilità delle soluzioni proposte e assicurarne la stabilità strutturale.

Per evitare pericoli di deformazioni è stato necessario inserire dei tiranti in facciata, nascosti dietro il serramento. Questo accorgimento rappresenta uno dei pochi casi noti nel lavoro di Isler in cui la geometria, non essendo ottimale dal punto di vista del *form finding*, è stata corretta con l'inserimento di elementi aggiuntivi. Tale soluzione ha permesso di mantenere la forma desiderata senza compromettere la stabilità della costruzione.

- 1 Schizzo prospettico del guscio nel contesto urbano. Sullo sfondo si delineano le torri del Castelgrande di Bellinzona
- 2 Scorcio del guscio ultimato. La rimozione della centina e dei puntelli era un momento molto delicato delle fasi di costruzione. Isler seguiva uno schema preciso studiato secondo gli assestamenti previsti dalla struttura







3

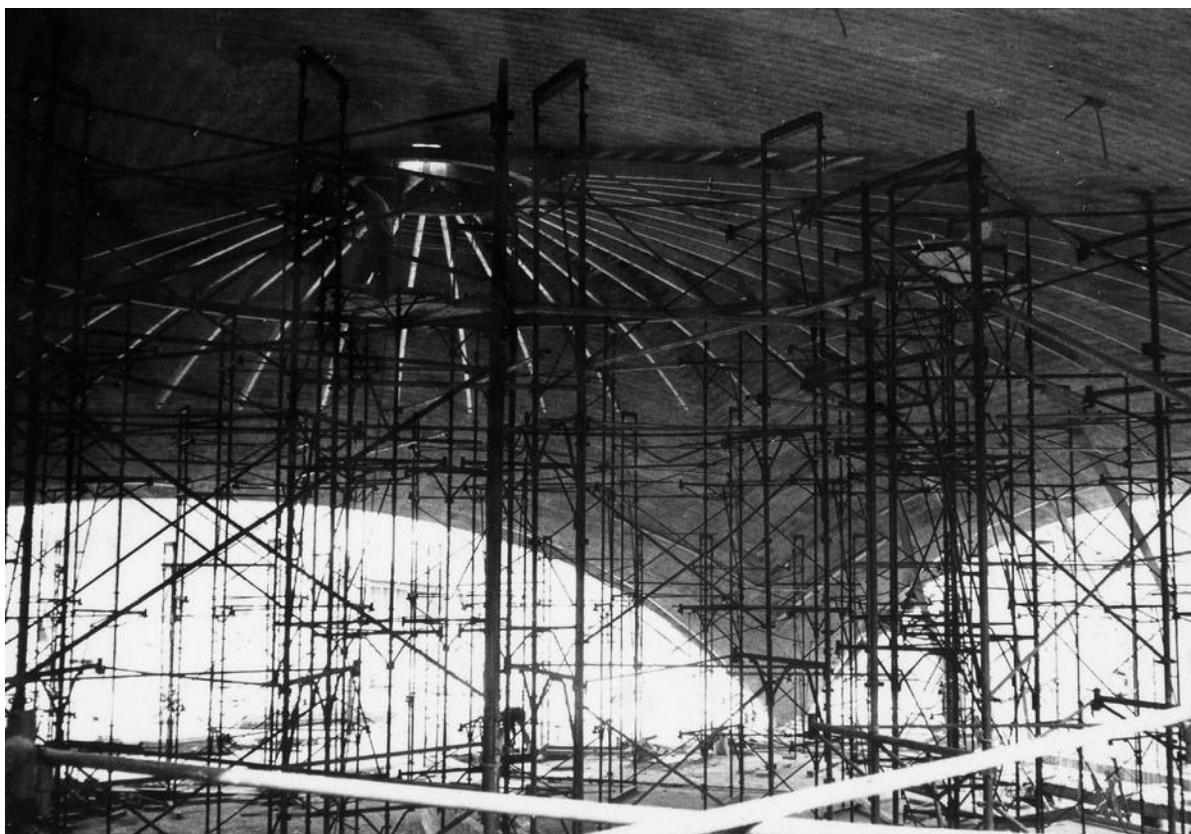


4

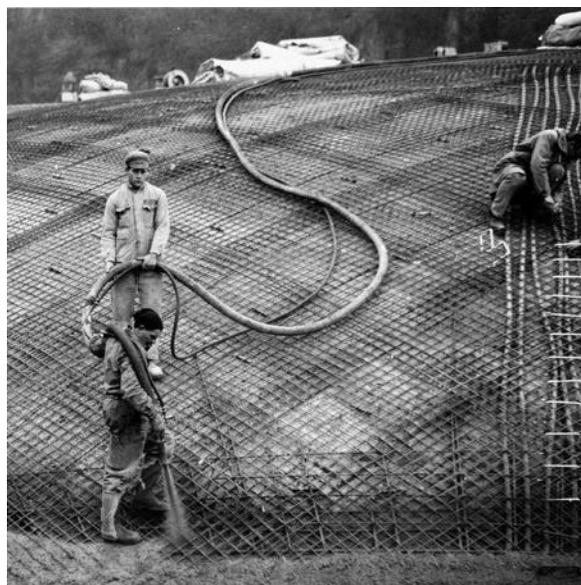
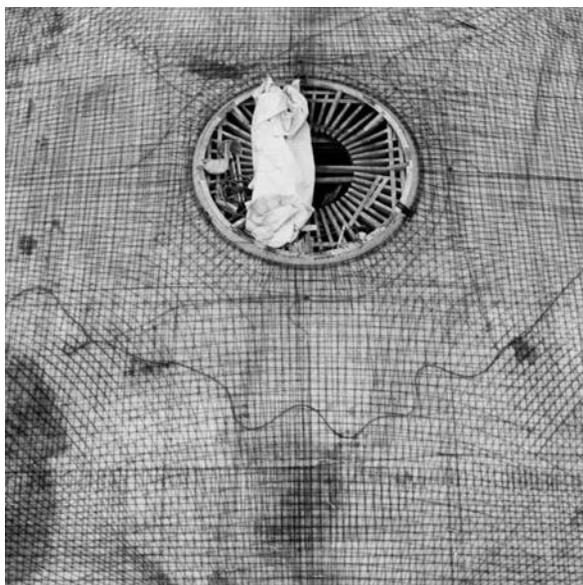
- 3** I dettagliati disegni costruttivi erano necessari per la realizzazione delle centine. Nella figura sono illustrate le curve di livello della copertura
- 4** Fase costruttiva del modello di studio strutturale, necessario per avere il controllo delle fasi esecutive in cantiere
- 5-8** Immagini delle diverse fasi costruttive: si evidenziano i puntelli a sostegno delle travi curvate; su di essi, era posata una struttura secondaria leggera e fitta a sostegno dell'isolante; inoltre, si può apprezzare l'armatura disposta secondo le direzioni principali



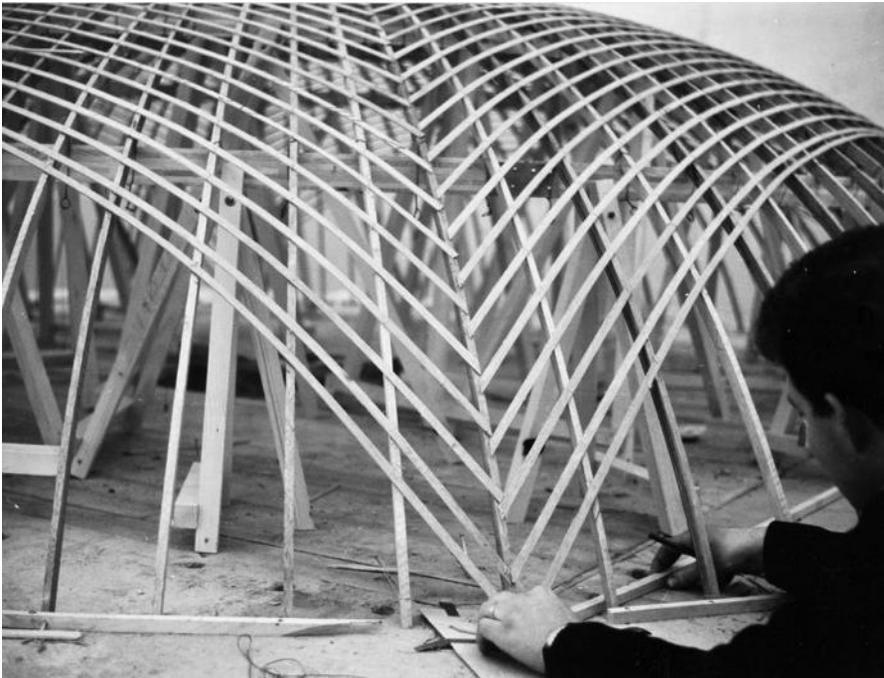
5



6

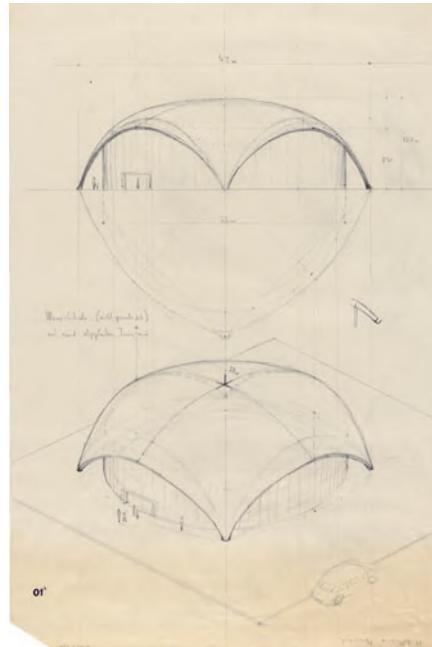
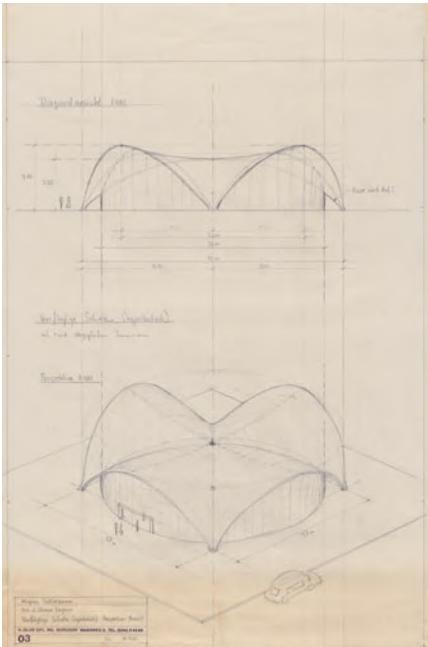


7-8

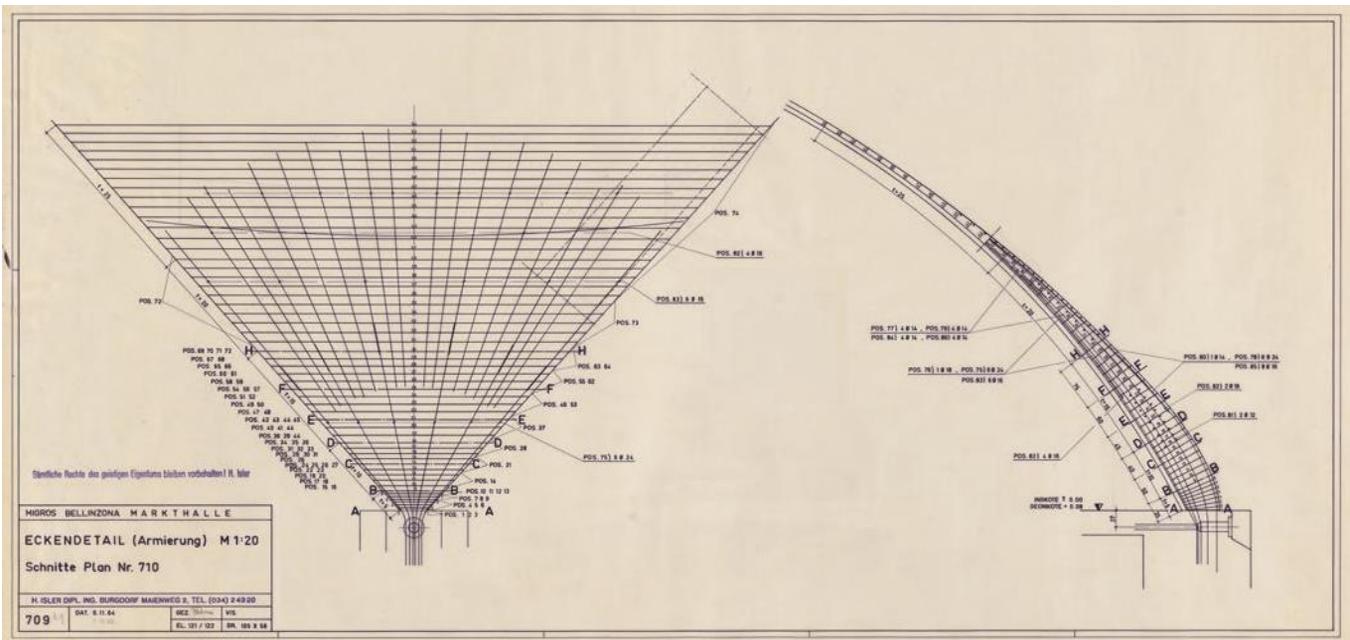


9

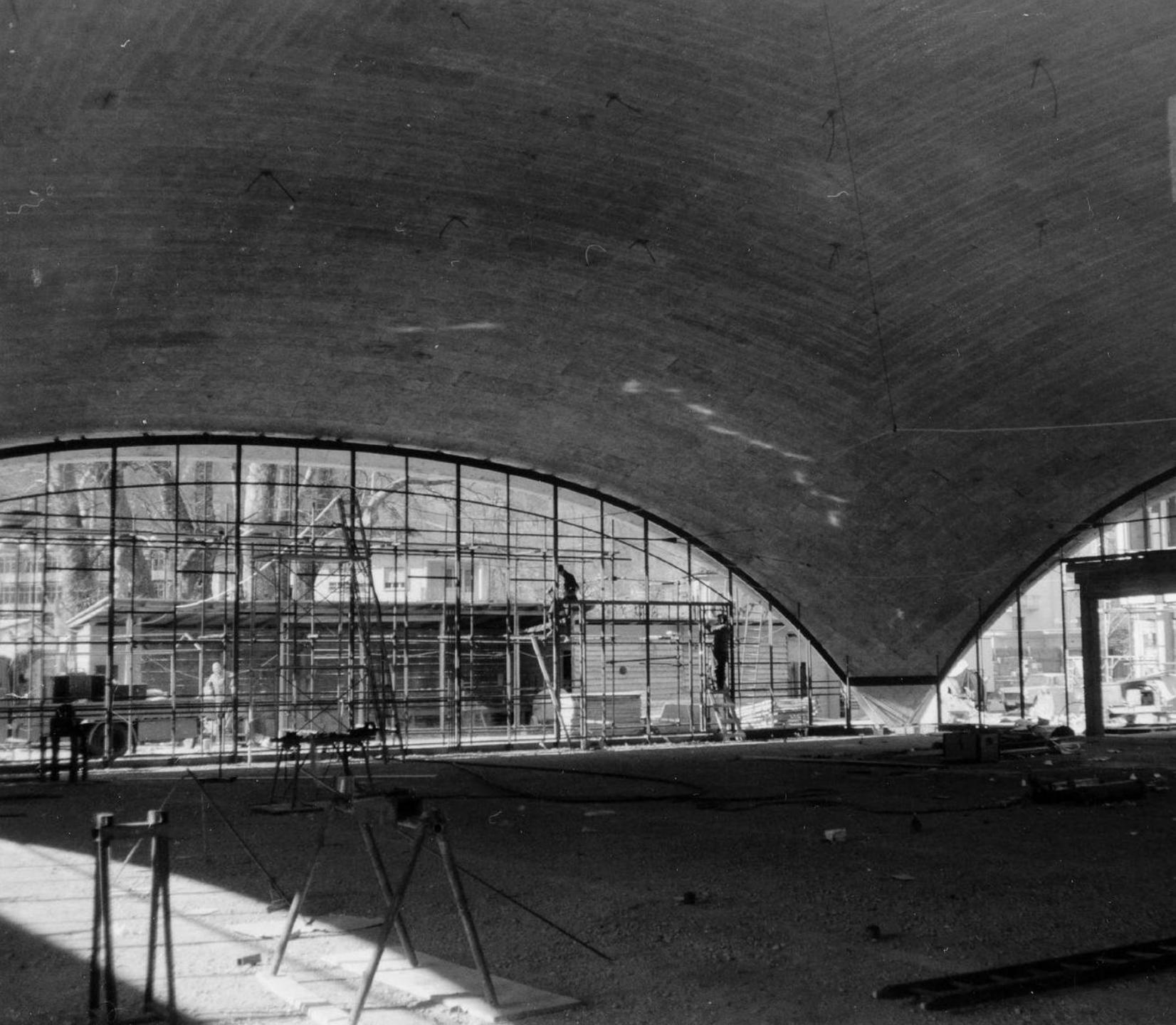
- 9 Costruzione delle centine per il modello strutturale. Isler ha testato diverse forme anche per le strutture provvisorie in quanto considerate parti integranti del progetto
- 10-11 Prospetti e assonometrie di due studi preliminari. Prima di arrivare alla geometria finale sono state studiate diverse ipotesi. Isler ha sempre cercato di relazionare la geometria dei suoi progetti sia al programma funzionale che al rapporto con il contesto in cui si inseriscono
- 12 Schema di posa dell'armatura. Lo spessore del guscio, così come la disposizione dell'armatura, variano aumentando verso gli appoggi, in corrispondenza delle sollecitazioni massime
- 13 Veduta interna del guscio. La geometria definita in questo caso non rispettava esattamente i principi di *form finding* ma è stata leggermente modificata, per questa ragione Isler ha dovuto compensare le forze di trazione in corrispondenza delle facciate inserendo dei tiranti metallici
- 14 Tavola di dettaglio. Per evitare problemi di flessione e sbandamento sugli angoli del guscio, Isler ha applicato una pretensione verticale



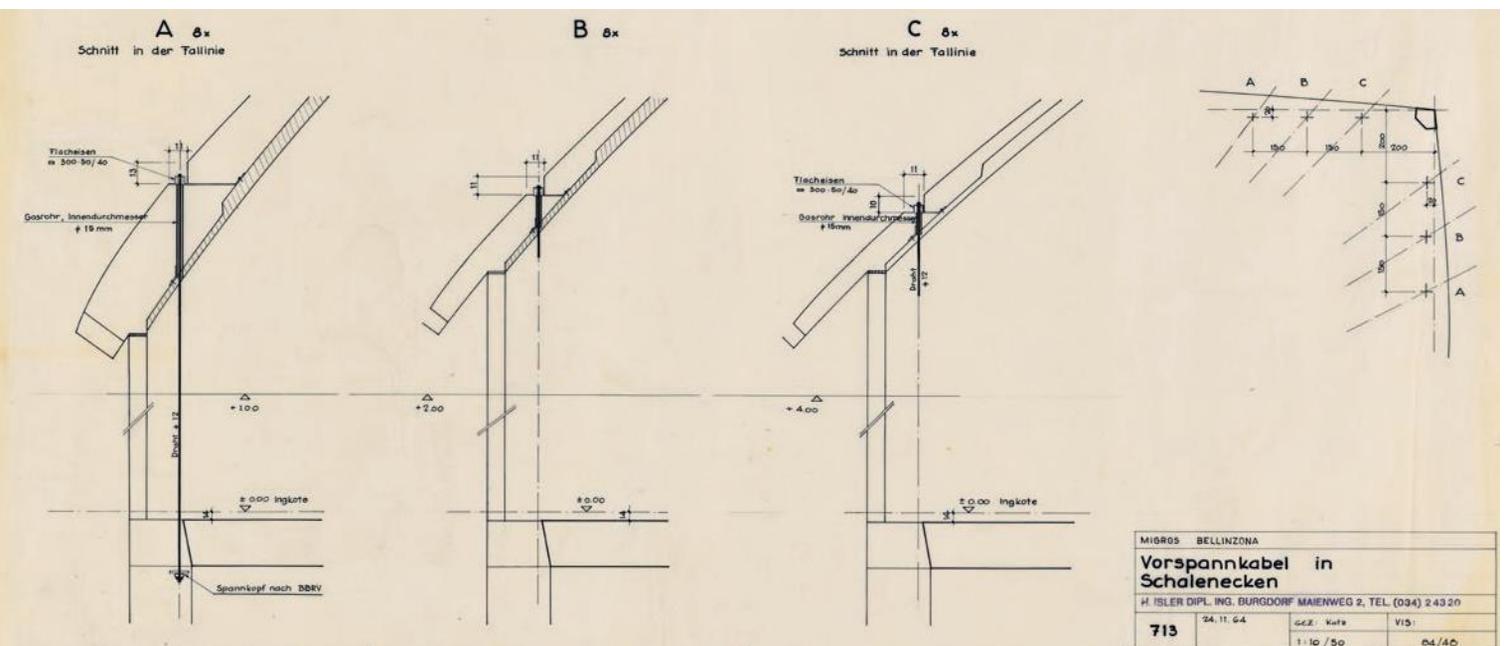
10 11



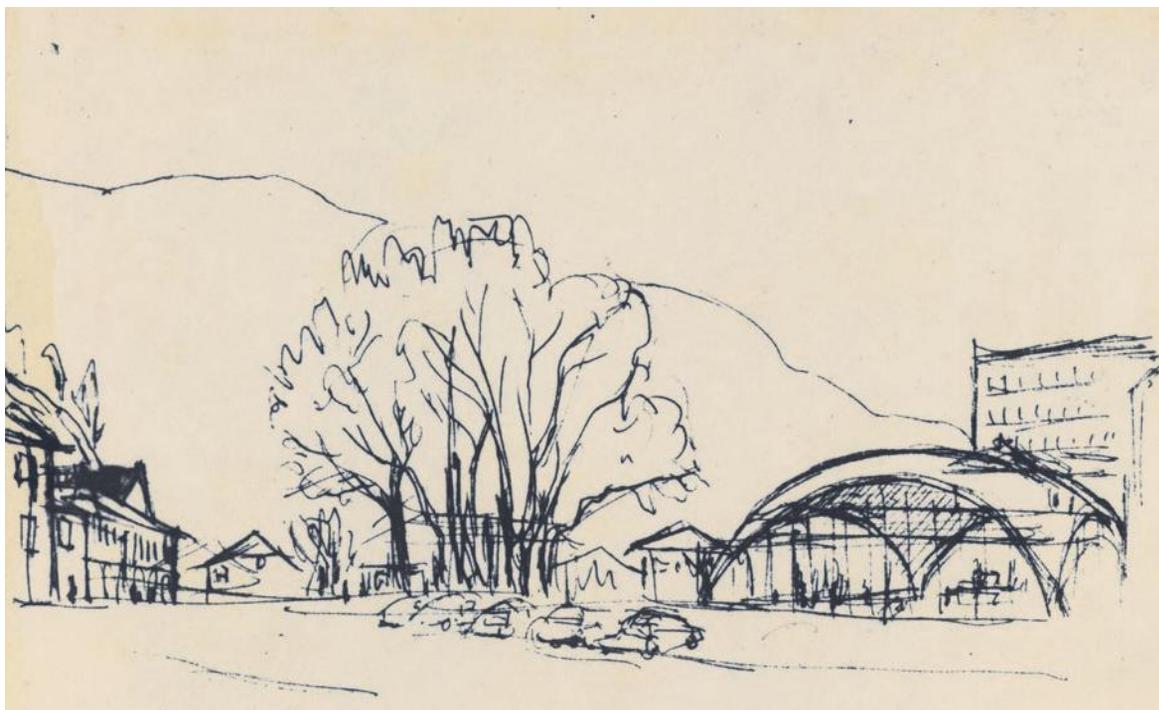
12



13



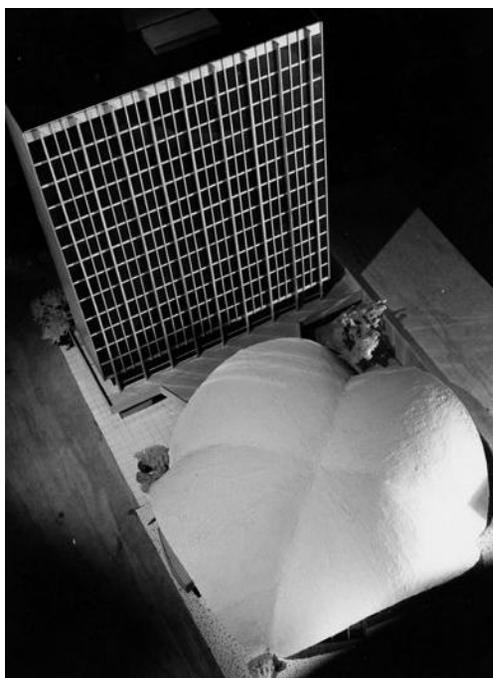
14

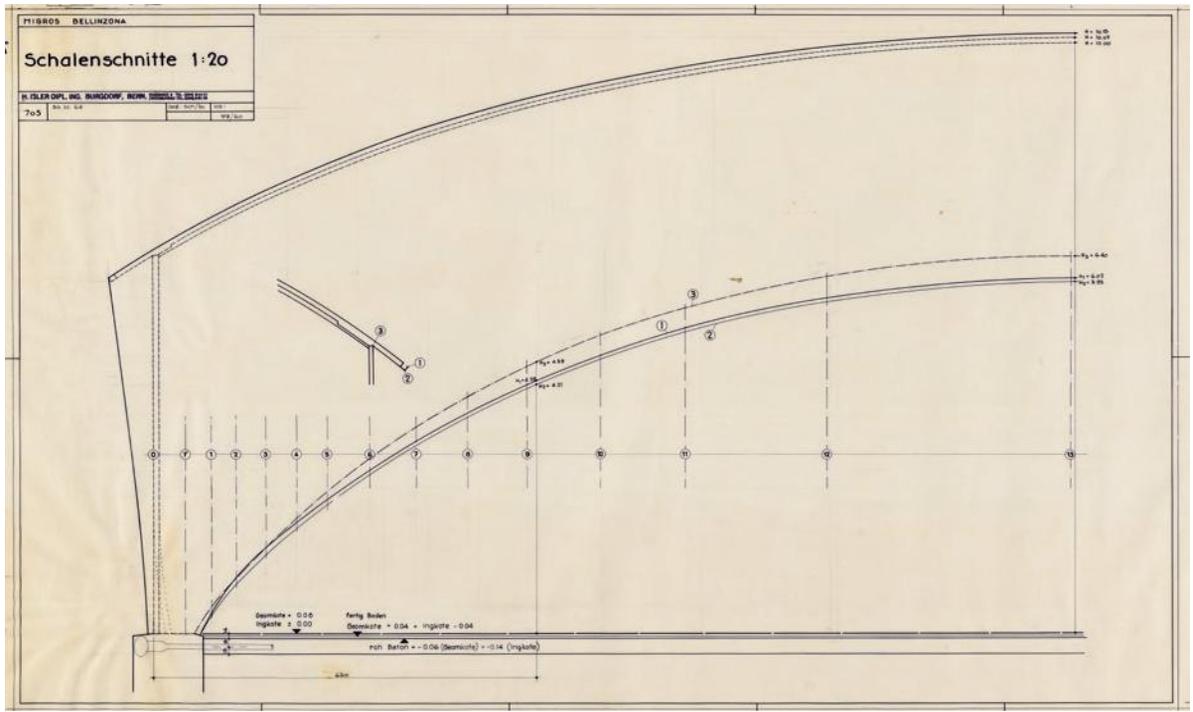


15

- 15** Schizzo prospettico della vista del nuovo guscio in relazione alle costruzioni preesistenti
- 16-17** Modello fisico per lo studio del rapporto tra guscio e costruzioni adiacenti. Isler si è concentrato sulla relazione tra il nuovo guscio e l'edificio degli uffici della Migros, provando diverse geometrie prima di arrivare a quella finale
- 18** Sezione del guscio. Trattandosi di un contesto urbano Isler integra la raccolta dell'acqua piovana nel guscio di calcestruzzo, prevedendo una gronda che scende in corrispondenza degli appoggi per raccordarsi alle canalizzazioni pubbliche. Nella tavola si notano inoltre lo spessore variabile del guscio e i cavi precompressi di stabilizzazione in corrispondenza delle fondazioni
- 19** Vista aerea dell'opera compiuta

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)

16^T17



18

19



Heinz Isler

Centro giardino Bürgi, Camorino

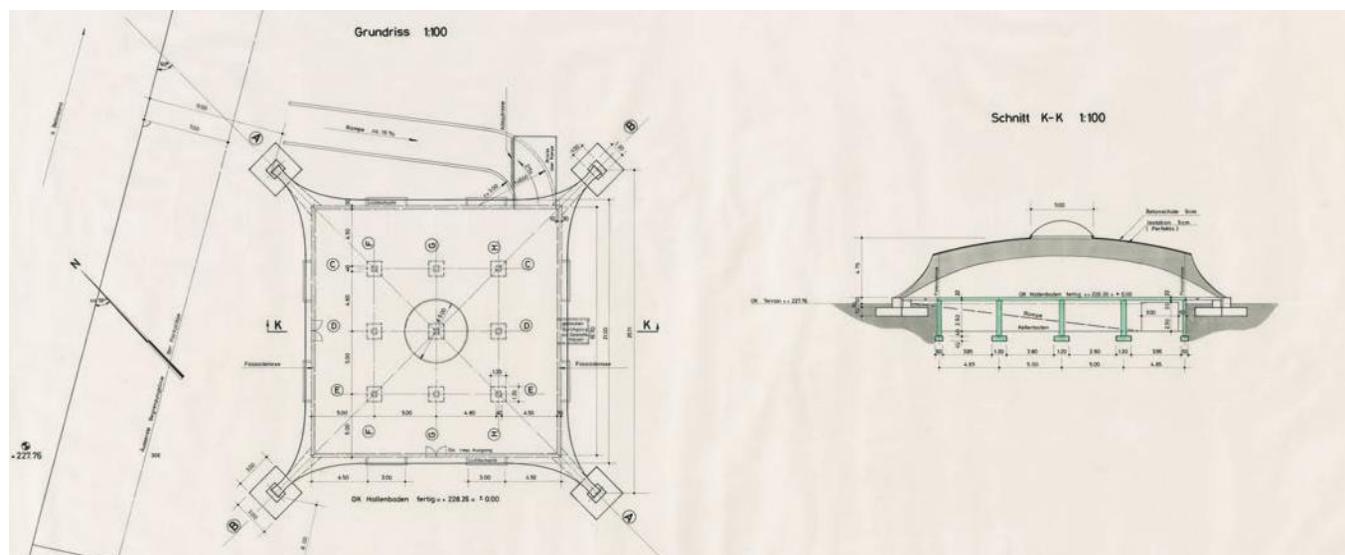
Luogo	Camorino
Committente	Gärtnerei Carlo Bürgi
Architettura e ingegneria civile	Heinz Isler
Architettura del paesaggio	Paolo Bürgi
Cronologia	1970-1972
Geometria	
dimensioni	lato: 27.20 m; lato: 27.20 m; superficie complessiva del guscio: 740 m ²
Concetto statico	guscio bilanciato con cavi di precompressione
Metodo	
principio sperimentale	forma a espansione (<i>flow form</i>)
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	tecnicamente nessun modello utilizzato. Sviluppo della forma e controllo con modello fisico da progetto precedente dell'edificio Kilcher a Recherswil
Contesto	
destinazione	edificio commerciale
inserimento	ambiente periurbano

La struttura in questione è considerata uno dei progetti più riusciti di Isler, in quanto il guscio in calcestruzzo rimane distante dalla facciata, permettendo di apprezzare la leggerezza della struttura e la sua forma libera. La geometria deriva dal progetto per la fabbrica Kilcher a Recherswil del 1965, successivamente proposta anche a Coira nel 1975 per la realizzazione di un *leisure center* e *dancing hall* chiamato «Lacuna».

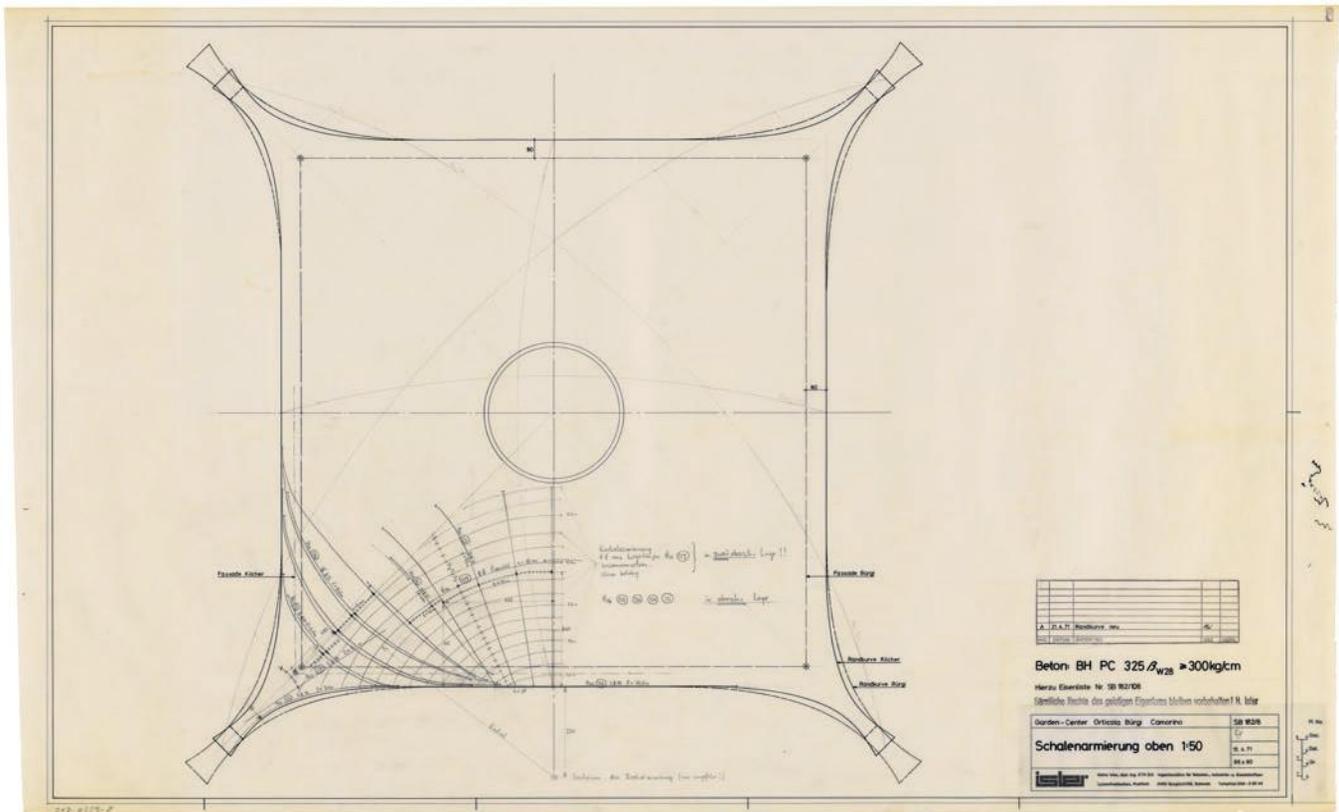
Si tratta dunque del risultato di una sperimentazione formale già consolidata tramite il metodo della forma a espansione (*flow form*). Lo stesso ingegnere osserva che le geometrie così definite «possiedono la bellezza di una forma originatasi naturalmente».

In questo modo Isler ha potuto evitare irrigidimenti in facciata o l'uso di elementi aggiuntivi quali tiranti in acciaio. Come in altri progetti, la caratteristica distintiva di questa struttura è la configurazione del lucernario centrale in poliestere fibrorinforzato, la dimensione dello stesso è stata opportunamente definita in modo da garantire, insieme alle facciate, l'illuminazione naturale dello spazio interno.

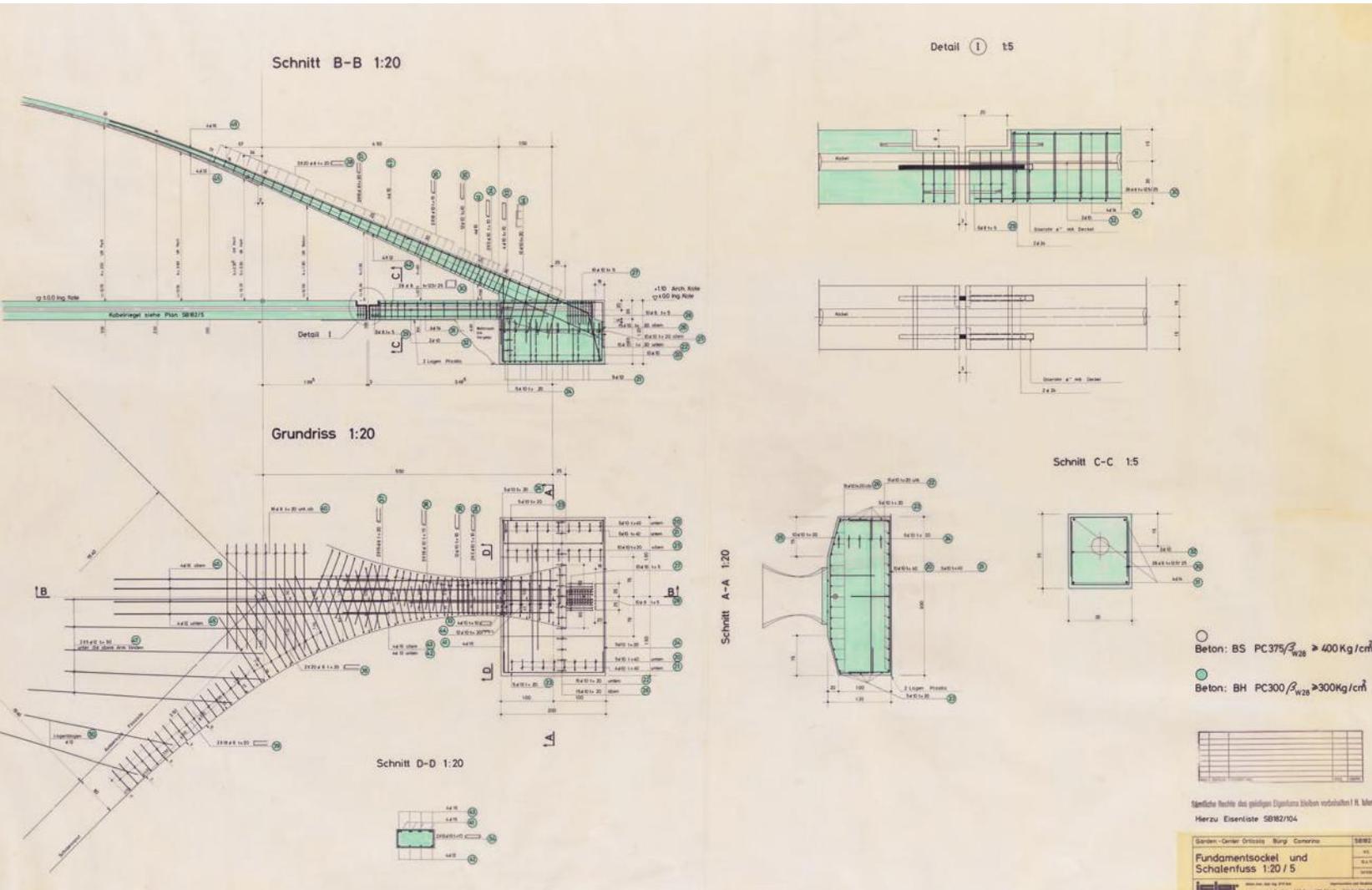
- 1 Pianta e sezione di una variante di progetto. Isler sviluppò diverse soluzioni del Centro giardino Bürgi. In questo disegno propone una soluzione, non realizzata, dove si prevede il piano interrato
- 2 Veduta interna dell'edificio ultimato. Uno dei principi che ha guidato la progettazione di questa struttura era quello di garantire la luce naturale necessaria per la sopravvivenza delle piante





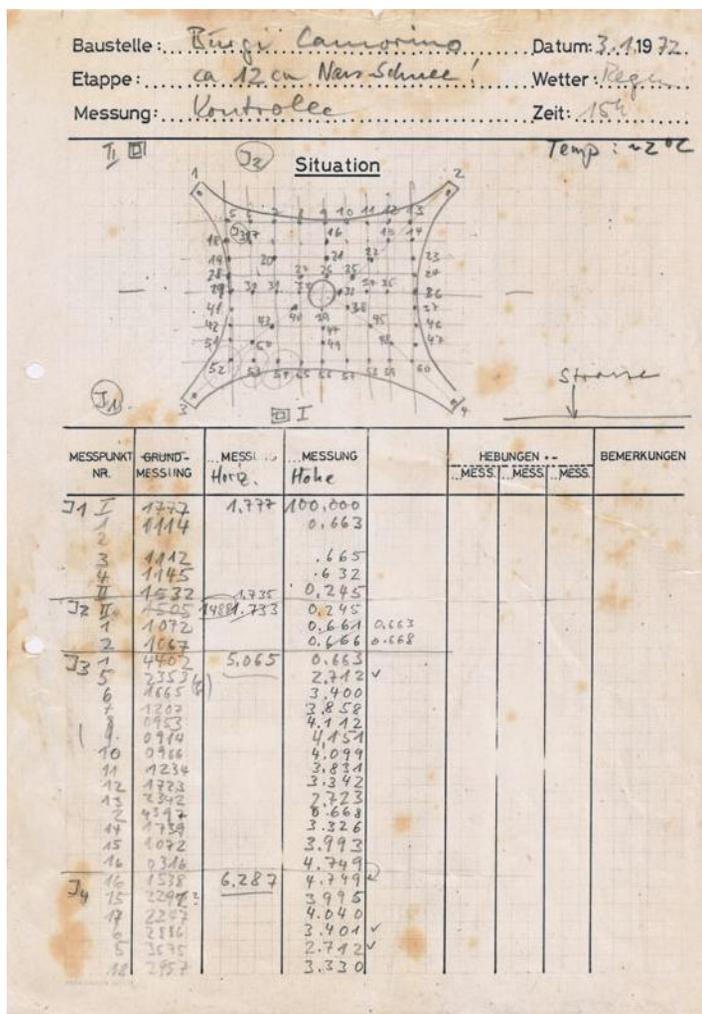


3
4



- 3 Pianta del guscio con le indicazioni delle armature disposte secondo le direzioni principali del flusso del carico
- 4 Sezione e pianta del dettaglio di fondazione. Lo spessore del guscio è ridotto al minimo, da meno di 10 cm in sommità a 36 cm sugli appoggi, dove convergono anche i cavi di pre-compressione necessari per la stabilizzazione del sistema
- 5 Schema di monitoraggio del guscio. Isler effettuava un controllo rigoroso delle deformazioni delle proprie strutture. Per questa ragione definiva una maglia fitta di punti di controllo che provvedeva a monitorare personalmente
- 6 Immagine dell'opera ultimata nel paesaggio circostante. Anche in questo caso, la scelta della geometria e del principio sperimentale sono stati opportunamente analizzati per trovare la soluzione adatta al contesto in cui si intendeva operare

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



Heinz Isler, Rudolf Calander

Piscina Al Bosco, Ponte Capriasca

Luogo	Ponte Capriasca
Committente	Marisella SA, Immobiliare Cassarate - Lugano
Architettura	Rudolf Calander
Ingegneria civile	Heinz Isler
Cronologia	1972-1973
Conversioni/interventi	conversione in residenza privata (1996/2000)
Geometria	
dimensioni	lato: 30.8 m; lato: 30.8 m; superficie complessiva del guscio: 950 m ²
Concetto statico	guscio bilanciato con cavi di precompressione
Metodo	
principio sperimentale	forma a espansione (<i>flow form</i>)
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	sviluppo della forma e controllo con modello fisico da progetto precedente di Camorino (si presume quindi che non sia stato utilizzato nessun modello)
Contesto	
destinazione	originale: centro sportivo e ricreativo
inserimento	urbano

La piscina coperta presenta una forma che, seppur derivata dai progetti dello stabilimento industriale Kilcher a Richerswil (1965) e del Centro giardino Burgi di Camorino (1970-72), risulta inserita in un tessuto urbano più denso rispetto al contesto periurbano degli altri due.

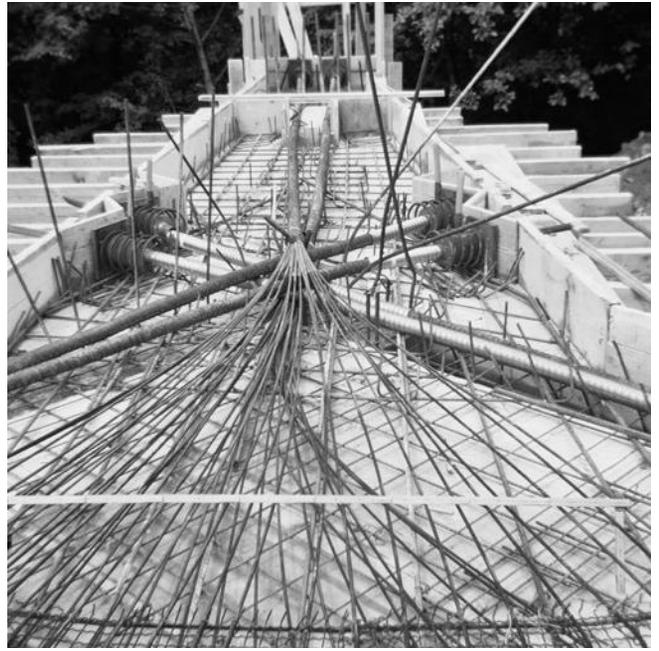
Di fatto, il guscio e il sistema di fondazione sono rialzati rispetto alla quota della strada, lasciando a vista quello che generalmente rimane interrato. Nel periodo compreso tra il 1996 e il 2000 un progetto di riconversione in abitazione privata ha trasformato sensibilmente l'opera di Isler.

Scorrendo l'iter professionale dell'ingegnere risulta un numero esiguo di progetti abitativi, per lo più legati all'utilizzo della forma a bolla per le cosiddette «bubble houses»: ne sono esempi il prototipo sviluppato a Moghan, in Iran, con l'architetto Justus Dahinden (1975) e atelier per artisti di Ponthierry, in Francia (1977).



- 1 Immagine della centina. Isler ripropone una tecnica costruttiva già collaudata in altri progetti
- 2 Foto dell'opera terminata. Il guscio è stato concepito come copertura di una piscina, quindi occorre prevedere l'illuminazione naturale sia tramite le aperture di facciata che attraverso il lucernario centrale in poliestere con fibre di vetro





3^T4



5

- 3-4** Posa dell'armatura e dei cavi di precompressione. Il punto più delicato del progetto è l'incontro tra il guscio e le fondazioni, dove vi è la massima concentrazione degli sforzi
- 5** Come nel progetto Bürgi, Isler assolve a tutte le funzioni della copertura grazie al guscio stesso che, con la sua forma garantisce anche lo scorrimento dell'acqua
- 6** Vista della struttura appena liberata da puntelli e centine, prima del montaggio dei serramenti e del lucernario
- 7** Vista dall'interno. Le facciate vetrate sono arretrate rispetto ai bordi del guscio, garantendo una certa protezione. La partizione dei serramenti veniva generalmente progettata dallo stesso Isler

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



6



7

Heinz Isler, Giuseppe Brazzola

Piscina dell'Hotel Splendide Royal, Lugano

Luogo	Lugano
Committente	Hotel Splendide Royal
Architettura	Giuseppe Brazzola
Ingegneria civile	Heinz Isler
Anno di progettazione	1972-1974
Conversioni/interventi	demolizione
Geometria	
dimensioni	lato: 16 m; lato: 16 m; h max: 4.865 m; superficie: 256 m ²
spessore	Sp max: 16.5 cm; Sp min: 8 cm
fondazioni	diretta su roccia
Concetto statico	guscio bilanciato con cavi di precompressione
Metodo	
principio sperimentale	membrana appesa
modellazione (fisico, numerico, calcolo)	sviluppo della forma con modello fisico
Contesto	
destinazione	impianto sportivo e ricreativo
inserimento	ambiente urbano

Quando è stato commissionato, l'ampliamento dell'albergo includeva una piscina coperta, posizionata sulla terrazza con vista lago. L'architetto incaricato del progetto contattò Heinz Isler per realizzare una forma libera in calcestruzzo armato. La prima proposta riproduceva, analogamente al progetto del Centro giardino Bürgi, la geometria utilizzata nella fabbrica Kilcher a Recherswil del 1965. Successivamente però l'ingegnere sviluppò una nuova forma ottenuta con il metodo della membrana appesa. Una tecnica che Isler considerava il miglior metodo per la progettazione di grandi gusci: questo approccio rappresenta, infatti, la risposta più efficiente al problema tridimensionale come la catenaria lo è per gli archi bidimensionali.

La controcurvatura che si nota in corrispondenza delle facciate, necessaria per irrigidire la struttura, in questo caso non è derivante da una necessità statica successiva ma è proprio il risultato diretto della modellazione. Questa fu la prima struttura progettata da Isler con una piscina coperta come programma funzionale. In seguito, egli realizzò le più famose piscine di Heimberg nel 1978 e Brugg nel 1981. Purtroppo, la struttura è stata demolita tra il 2017 e il 2019.

1-5 Sequenza costruttiva del guscio, in cui spicca la leggerezza degli elementi che compongono la centina. Si tratta di assi e travi di piccole dimensioni. Questo approccio fa sì che la costruzione pur richiedendo manodopera specializzata, possa essere realizzata evitando soluzioni di cantiere onerose

6 Immagine del padiglione dopo il montaggio della facciata. L'arretramento della vetrata rispetto il bordo del guscio permette di apprezzarne la leggerezza



F1



F2



F3

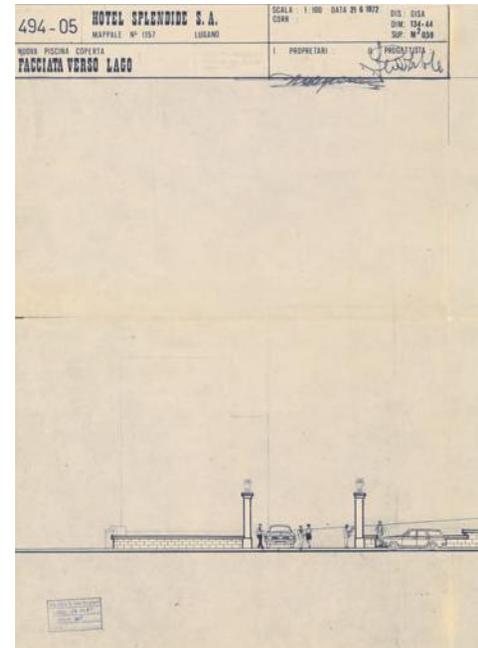


F4



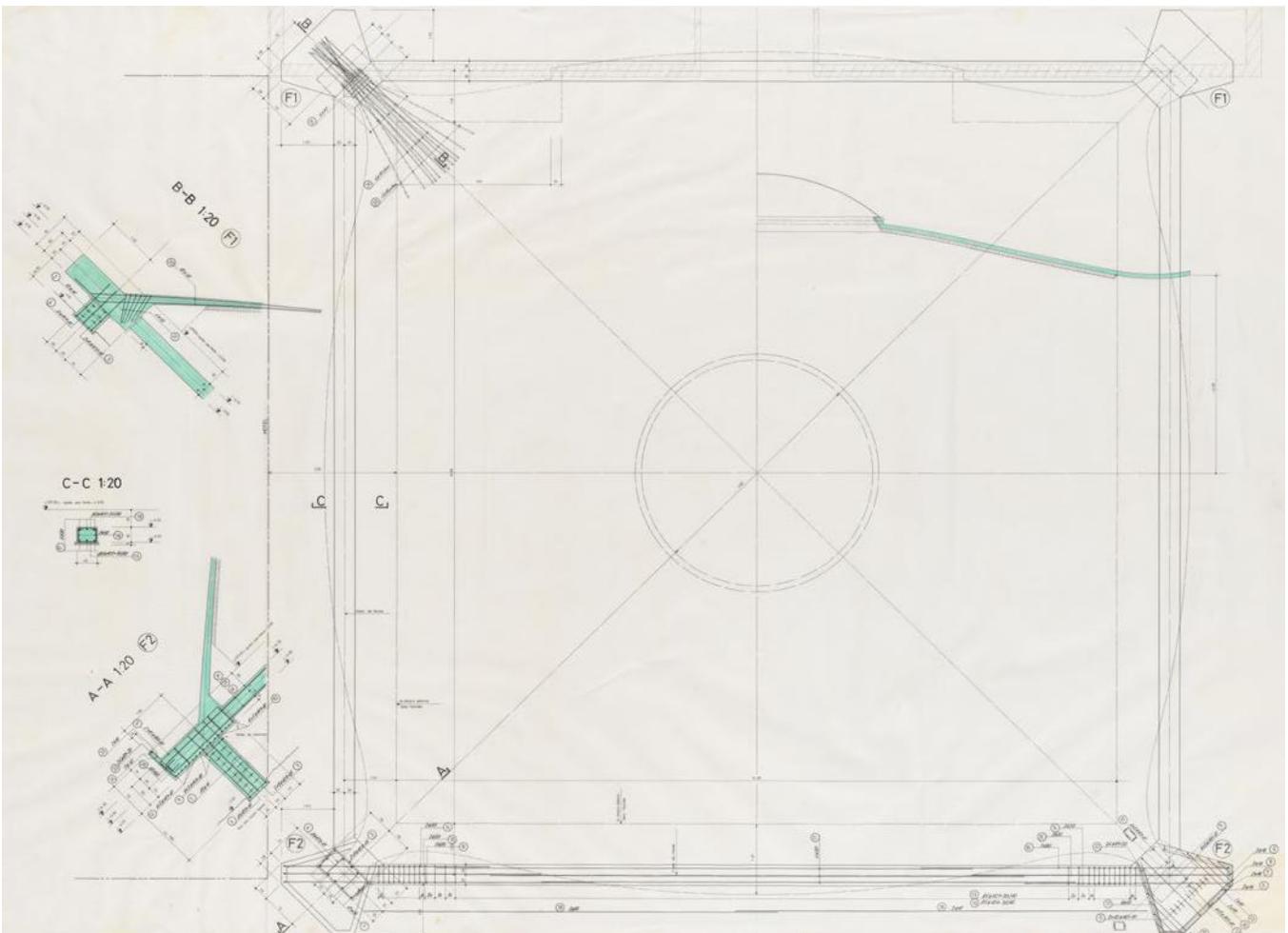
F5



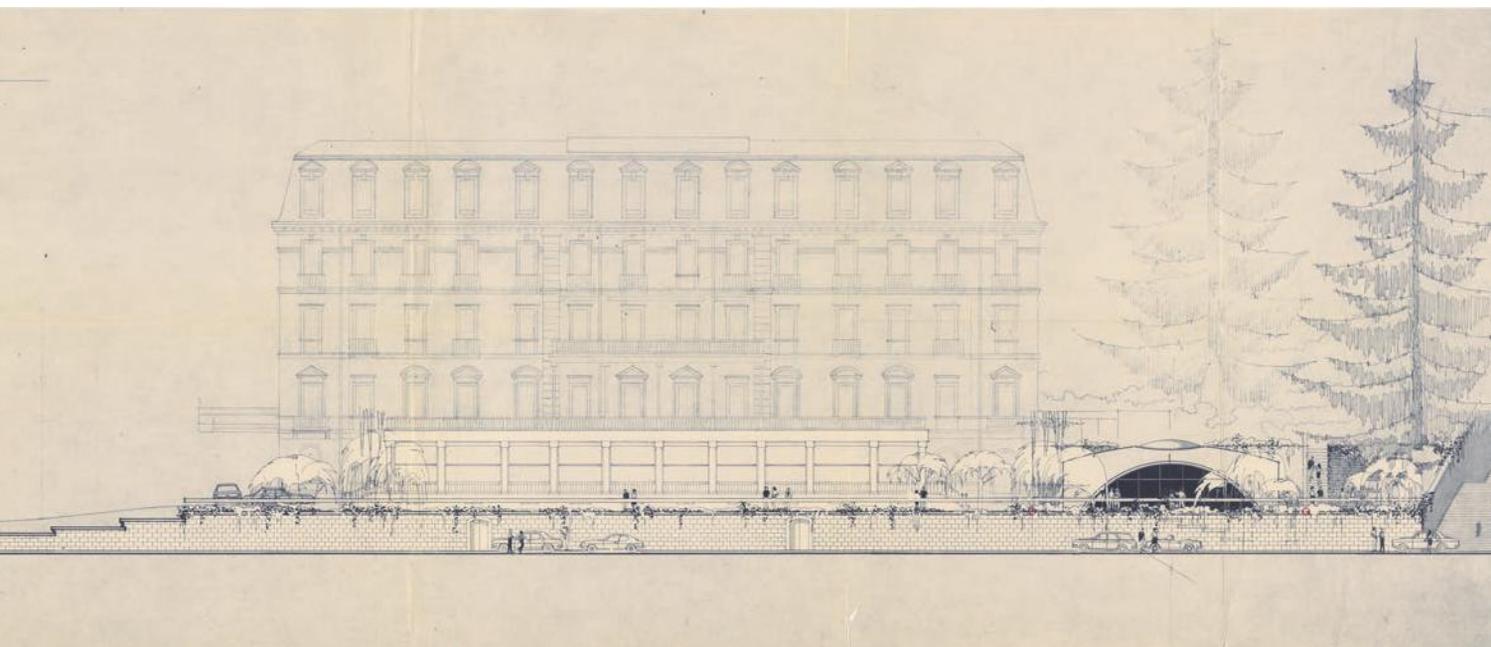


7

- 7 La forma derivante da una modellazione a membrana appesa accentua il movimento verso l'alto in corrispondenza delle vetrate
- 8 Pianta e armatura delle fondazioni e cavi di precompressione. Questa parte del progetto è dimensionata staticamente per riprendere le forze orizzontali trasmesse dalla copertura e trasferire i carichi verticali a terra



8



9

9 Prospetto principale del complesso realizzato dallo studio di architettura Brazzola. Probabilmente il disegno è stato utile per analizzare il rapporto tra l'imponente fabbricato dell'albergo esistente e il guscio

10 Scorcio esterno. Oltre ad avere una funzione statica, la controcurvatura in corrispondenza delle facciate contribuisce nella gestione dell'acqua piovana: lo spessore minimo in corrispondenza del culmine aumenta avvicinandosi agli appoggi, ripiegando leggermente verso l'alto per convogliare l'acqua alla base

Fonte gta Archiv / ETH Zürich (Archivio Heinz Isler)



10

Sull'attualità del modello fisico nell'ingegneria contemporanea

Intervista ad Aurelio Muttoni*

a cura di Giulia Boller

Il professor Aurelio Muttoni è uno dei massimi esperti di strutture in calcestruzzo armato e un professionista attivo nel riconoscere l'importanza dell'integrazione tra le discipline dell'architettura e dell'ingegneria strutturale fin dalla fase concettuale del progetto. Per questo motivo, è stato contattato per una conversazione sul ruolo del modello nella pratica ingegneristica di oggi, a partire dalle esperienze di Heinz Isler.

Giulia Boller: Heinz Isler è uno degli ingegneri svizzeri più noti al mondo e sicuramente uno dei più prolifici costruttori di gusci sottili in calcestruzzo armato. Avendo realizzato più di mille strutture solo in Svizzera, i suoi gusci sono onnipresenti nel paesaggio svizzero del Dopoguerra. Da svizzero prima che da ingegnere, qual è stato il suo primo incontro con l'opera di Isler?

Aurelio Muttoni: Il mio primo contatto con Isler è stato quello con l'edificio di Biasca perché ci passavo davanti tutti i giorni per andare alla scuola media. Mi ricordo che la forma mi incuriosiva. Il progetto è infatti molto più interessante di quello di Bellinzona, davanti al quale invece passavo per andare al liceo. Quest'ultimo mi sembrava strano. Ho imparato più tardi che ambedue erano di Isler, e ho capito solo dopo il motivo della mia perplessità per il secondo progetto: purtroppo in questo caso la facciata è a filo con la struttura per

cui si perde la percezione dello spessore del guscio e la sua eleganza. In questo caso, anche la doppia curvatura al bordo non aiuta.

GB: Questo è un punto interessante perché Isler ha sempre sottolineato la leggerezza delle sue strutture, espressa dallo spessore sottile dei gusci da lui progettati. Ritieni che la possibilità di percepire lo spessore ridotto del guscio rappresenti uno degli aspetti che rendono questi progetti eleganti?

AM: Esattamente. A mio giudizio i progetti riusciti di Isler sono quelli in cui questa caratteristica viene messa in evidenza. Basti pensare a casi in cui la facciata non è proprio presente, come nella stazione di servizio a Deitingen, oppure quelli in cui la facciata è molto arretrata, come nell'edificio di Camorino. Un guscio, infatti, non rappresenta di per sé un volume con valenze architettoniche. Per sottolineare l'eleganza della struttura, la facciata deve essere distante o non esserci proprio. Tuttavia, questo aspetto si percepisce davvero raramente nel lavoro di Isler.

GB: In alcuni casi questo è più riuscito, in altri meno, come nel progetto di Bellinzona. Tuttavia, Isler è conosciuto come uno dei maestri dei metodi di ricerca della forma con modelli fisici. In particolare, il suo modello a membrana appesa è noto per aver definito forme spaziali non convenzionali caratterizzate da un rapporto diretto tra forma architettonica e comportamento strutturale. In qualche modo ha ripreso un approccio già utilizzato in passato da progettisti come lo spagnolo Antoni Gaudí, l'italiano Giovanni Poleni e il tedesco Friedrich Gössling, che lavoravano con modelli il cui principio base era la forma a catenaria. Come considera il lavoro di Isler, anche rispetto a queste esperienze precedenti?

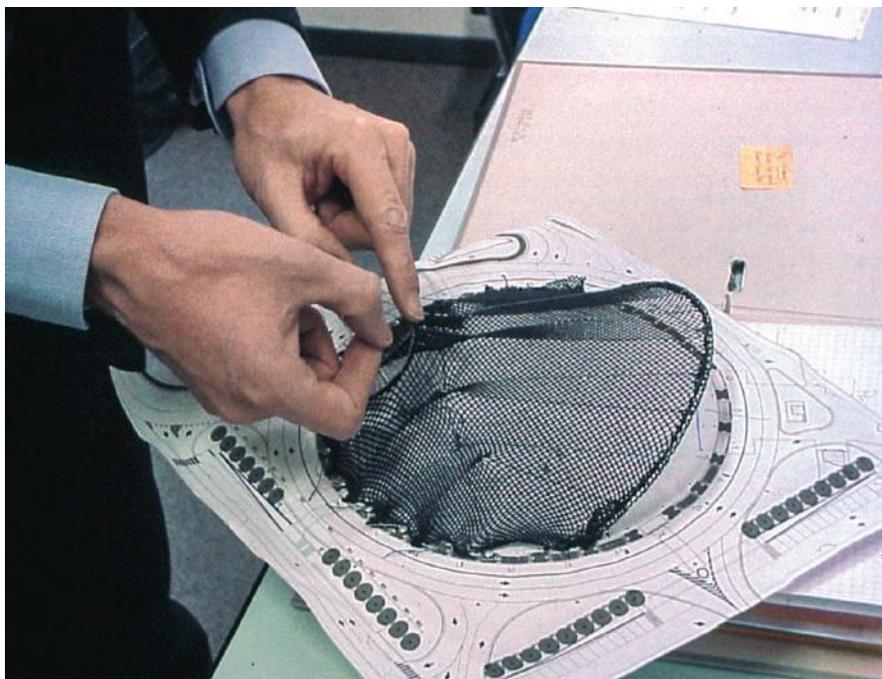
AM: Con Isler si parla spesso di forme ottimali. Questa definizione è per me problematica. Non si tratta di pure forme catenarie o archi, dove con un carico definito c'è una sola e unica forma. Le sue strutture a guscio sono più complesse perché rappresentano una combinazione di archi che si possono unire in modo libero nello spazio. Di conseguenza, solo



1 Modelli didattici creati durante i laboratori di Heinz Isler con i suoi studenti: una collezione di forme architettoniche in gesso, esposte su banchi, che riflettono le innovative esplorazioni di Isler nel campo delle strutture sottili e del calcestruzzo. Fonte gta Archiv / ETH Zürich (archivio Heinz Isler)



- 2** Progetto di Aurelio Galfetti per una sala di proiezione a piazza Castello alternativa a quella di piazza Grande per il Festival del Cinema di Locarno. Immagine del progetto architettonico realizzato alla fine degli anni Novanta. Fonte Studio Aurelio Galfetti
- 3** Modello strutturale di lavoro realizzato da Aurelio Muttoni per il progetto architettonico di Galfetti. Fonte Aurelio Muttoni

2^T3

definendo uno specifico criterio progettuale si può parlare di forme ottimali anche per le forme libere tridimensionali. In questi casi il modello fisico è indispensabile per la progettazione. A mio avviso in Isler si possono riconoscere due usi distinti del modello fisico, che corrispondono a due fasi distinte del processo progettuale. C'è una fase creativa legata alla comprensione, dove lui faceva uso anche di modelli con il ghiaccio. C'è invece una seconda fase dove con i modelli cercava di quantificare gli sforzi.

GB: Se la prima fase dava la possibilità di esplorare diverse opzioni progettuali in poco tempo, la seconda richiedeva settimane per costruire un modello di misura, testarlo sotto diverse condizioni di carico e osservarne il comportamento. È incredibile che egli abbia presentato questo suo approccio sperimentale per ottenere forme libere quando aveva poco più di 30 anni, alla prima conferenza *International Association for Shell Structures* di Madrid nel 1959. Cosa pensa al riguardo?

AM: Nelle mie lezioni ho spesso usato l'immagine che mostra diversi modelli in gesso esito di uno dei suoi laboratori didattici con gli studenti (fig. 1). L'intuizione quindi c'era, ma poi cosa ha realizzato concretamente? Il limite di Isler è che egli sia rimasto conservativo nella definizione delle sue forme libere. È un gran peccato perché c'era grande potenziale. Poi invece ti ritrovi il guscio di Bellinzona, che è un progetto deludente sia dal punto di vista architettonico che da quello strutturale. Isler ha posizionato una struttura a simmetria centrale in una situazione che non è per niente simmetrica. Oltre a questo, l'esigenza di massimizzare il volume interno ha portato a indebolire il progetto rendendo la forma più goffa che elegante.

GB: Pochi progetti di Isler sono realmente a forma libera. Nonostante la sua famosa promessa di infinite possibilità di nuove forme a guscio, il progetto dell'edificio per l'azienda Sici a Ginevra è rimasto quello più complesso da gestire, sia come forma che come comportamento strutturale. Pensa dunque che nel caso di Bellinzona ci sia stato un passaggio errato dal modello fisico alla realizzazione della forma strutturale?

AM: La forma di Bellinzona non esprime sicuramente una relazione diretta con il suo comportamento strutturale. Nei modelli a membrana appesa puoi percepire la doppia curvatura in base al modo in cui il tessuto si comporta ri-

spetto al suo peso proprio. Per questo motivo il progetto Sici rappresenta secondo me l'esempio più riuscito. Penso che questo abbia anche a che fare col fatto che in questo caso sia presente un'idea architettonica alla base del progetto. Nel progetto di Bellinzona si vede che c'è questa carenza dal punto di vista architettonico. Non è possibile pensare a una forma strutturale e metterla così com'è in un contesto territoriale senza alcun legame con esso. Una forma così funziona solo nel deserto.

GB: Basti pensare anche alle difficoltà che Isler ha incontrato nell'ampliamento per l'Hotel Splendide di Lugano, dove il guscio in calcestruzzo armato si è andato a confrontare con la parte storica dell'albergo in stile neoclassico. Ritiene che questo sia ancora più difficile da raggiungere in un contesto consolidato come quello ticinese?

AM: Alcune volte questo è possibile, come per esempio l'intervento che ho realizzato con l'architetto Elio Ostinelli a Chiasso (cfr. *Archi* 3/2013, pp. 32-35). Lì si trattava di costruire in un ambito territoriale un po' disastroso. In questi casi, la forma deve venire da un'idea spaziale, architettonica e territoriale, almeno per come la penso io. Anche con Sici la situazione è un po' diversa, dato che il contributo dell'architetto è molto visibile nel progetto. Lo spazio a forma di goccia creato tra i due gusci che costituiscono la struttura evidenzia come la collaborazione tra le due discipline dell'ingegneria e dell'architettura sia fondamentale per la riuscita del progetto. Si tratta di un'idea di forma che poi cambia ed evolve per seguire un'idea architettonica.

GB: Durante il progetto dell'edificio Sici, il modello e il disegno in sezione sono diventati strumenti fondamentali per la discussione tra l'ingegnere Isler e l'architetto Costantin Hilberer. Isler ha lavorato a partire dalla posizione in altezza delle solette dei diversi livelli per creare una forma libera che si avvicinasse ai primi schizzi sviluppati dall'architetto, con l'aiuto di una serie di modelli fisici in gesso. Questo processo di fatto corrisponde al modo di lavoro di Isler negli edifici a forma libera. Al contrario, Félix Candela ha sempre lavorato con formulazioni matematiche per il controllo della geometria dei suoi gusci a forma di paraboloide iperbolico. Ritiene dunque che per forme definite geometricamente i modelli fisici non sono necessari?



- 4** Crematorio a Kakamigahara, ingegneria Sasaki and Partners, architettura Toyo Ito & Associate. Fonte Edmund Sumner, Alamy Foto Stock BGWDBY
- 5** Rolex Learning Center (EPFL), ingegneria Sasaki and Partners, architettura SANAA. Fonte Aurelio Muttoni

4^T5

AM: È esattamente quello che è successo quando abbiamo progettato il guscio in calcestruzzo armato a Chiasso. Non abbiamo fatto alcun modello fisico perché la forma era quella di un ellissoide e si poteva dunque rappresentare tutto attraverso disegni tecnici. Tuttavia, abbiamo affrontato sfide nella verifica strutturale basata sul calcolo agli elementi finiti. Abbiamo ottenuto degli strani risultati dal calcolo. Modificando la modellazione digitale più volte, anche solo leggermente, i risultati erano sempre diversi. Questo è terribilmente destabilizzante.

GB: Il pericolo dei modelli agli elementi finiti è quello che non si è più in grado di comprendere le operazioni che si vanno a fare, come in una scatola nera. Come è stato risolto dunque il problema?

AM: Questi strumenti digitali sono pericolosi senza una corretta interpretazione del funzionamento strutturale. L'unico modo è stato quello di trasformare l'ellissoide in una sfera e determinare gli sforzi con l'equazione di Girkman. Si tratta di una formulazione analitica incredibilmente elegante che ci ha permesso di calibrare il modello digitale in modo da far coincidere i risultati. In seguito abbiamo ritrasformato la sfera in un ellissoide.

GB: Questo è un esempio di come la comprensione dei problemi complessi legati al funzionamento di una struttura tridimensionale possa essere migliorata attraverso l'espressione di concetti più semplici e accessibili. Anche Isler ha spesso adottato approcci simili, usando poi un modello fisico per la verifica dei risultati di queste formule analitiche semplificate. Dato che non era ancora disponibile in quegli anni una modellazione digitale agli elementi finiti, i modelli di misura di Isler avevano dunque funzioni analoghe a quelli che si adottano oggi per la verifica della forma strutturale. Ritieni quindi che i modelli di misura non abbiano più significato oggi?

AM: Nel momento in cui i modelli agli elementi finiti sono diventati abbastanza raffinati, i modelli fisici elastici legati alla verifica del comportamento strutturale non sono più serviti. A partire da un certo punto, il modello non è stato più indispensabile per il calcolo, ma esso è ancora utile per la fase iniziale della progettazione, oppure quando si vuole considerare il comportamento inelastico del calcestruzzo.

GB: Se anche lo stesso Isler inizia a utilizzare i primi metodi di calcolo automatico per la verifica delle strutture, la progettazione concettuale rimane ancora interamente sviluppata con modelli fisici nel suo laboratorio modelli. Qui dunque il modello fisico mantiene un ruolo importante. Cosa pensa del ruolo del modello fisico al giorno d'oggi?

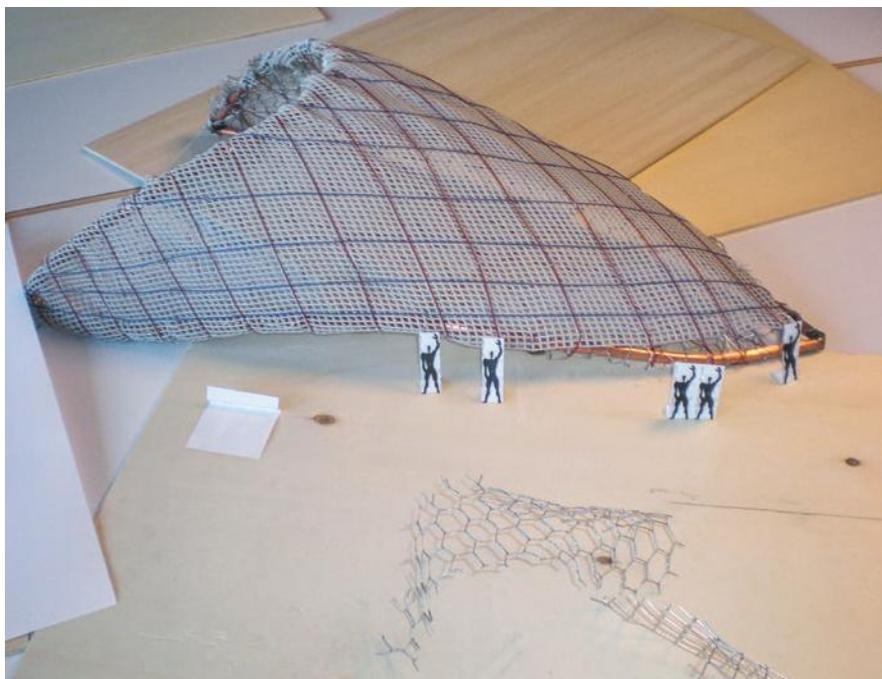
AM: Attualmente ci sono strumenti digitali che permettono di ottenere lo stesso risultato, in alcuni casi ancora più rapidamente del modello fisico. Tuttavia, nella prima fase del progetto, a livello dello sviluppo concettuale, il modello fisico è ancora molto utile. Lavorando con le mani si comprendono immediatamente sia lo spazio tridimensionale che il comportamento strutturale.

GB: Isler non per niente parlava di *Fingerstatik* per sottolineare l'importanza dell'esperienza fisica col modello di lavoro. Lo usate spesso nella progettazione?

AM: Prendiamo per esempio il progetto che avevo concepito con l'architetto Aurelio Galfetti per il Festival del cinema di Locarno alla fine degli anni Novanta, anche se poi non è mai stato realizzato. L'idea era quella di creare una tenda nella quale si potesse fare una sala di proiezione in alternativa a quella di piazza Grande, in caso di brutto tempo. Doveva essere una struttura temporanea, con un grande arco metallico che serviva per fissare la struttura a membrana (fig. 2). Gli architetti avevano proposto un'immagine, mentre noi ingegneri avevamo lavorato con un modello strutturale fisico in scala ridotta (fig. 3). Si nota immediatamente che i due strumenti sono completamente diversi, sia come materializzazione che come utilizzo. Se dovessi progettare oggi una membrana partirei però ancora da un modello fisico. Come nel guscio, anche nella membrana c'è libertà nella configurazione spaziale perché si possono applicare gli sforzi in diverse direzioni. C'è però un'esigenza diversa che è quella legata alla stabilità della forma. Essa si ottiene grazie a una doppia curvatura, che non è semplice da gestire nello spazio da un punto di vista concettuale né su un foglio di carta con una matita né sullo schermo del computer. Per questo caso specifico, il modello fisico è ancora imbattibile proprio per gli ingegneri. Non conoscevo l'espressione di Isler della «statica con le dita», ma la trovo molto calzante, perché è proprio applicando piccole forze sul modello che si modifica la forma, permettendo così di capire subito il funzionamento.



- 6** Entrata della metropolitana nel centro di Parigi Chatelet Les Halles: immagine del progetto iniziale degli architetti Patrick Berger e Jacques Anziutti. Fonte Studio Berger-Anziutti
- 7** Modello strutturale realizzato da Aurelio Muttoni per il progetto architettonico di Berger e Anziutti. Fonte Aurelio Muttoni

6^T7

GB: Sicuramente le numerose strutture a guscio che Isler ha costruito durante la sua carriera testimoniano sia le capacità progettuali che l'abilità imprenditoriale. Tuttavia, ritiene che il contributo di Isler alla progettazione contemporanea vada oltre i numerosi gusci in calcestruzzo armato che ha costruito, e sia legato piuttosto al suo approccio sperimentale basato sui modelli fisici?

AM: Sicuramente l'uso che Isler ha fatto dei modelli fisici in ingegneria è qualcosa di eccezionale. Tuttavia, se si pensa al ruolo del modello fisico in architettura questa storia dura da moltissimi secoli. Gli architetti hanno una tradizione consolidata proprio perché sono abituati a lavorare con modelli. Gli ingegneri, invece, sono meno abituati a usare modelli fisici. Inoltre, se c'è una grande tradizione nella costruzione dei gusci sottili in calcestruzzo armato a partire dall'inizio del XX secolo fino agli anni Cinquanta, Isler è comunque uno dei primi, se non il primo, a sviluppare forme libere non di natura geometrica. Mi chiedo se proprio quell'immagine con tutti i modelli in gesso non sia in realtà il suo contributo principale nel campo della progettazione tra le discipline dell'architettura e dell'ingegneria, concretizzata di recente in progetti come il Crematorio di Toyo Ito con l'ingegnere Mutsuro Sasaki a Kakamigahara, in Giappone (fig. 4). Lo stesso ingegnere giapponese ha poi anche progettato il Rolex Learning Center di SANAA a Losanna (fig. 5). Da questo punto di vista il contributo di Isler è potentissimo, soprattutto nella concezione di una forma puramente libera.

GB: Questi progetti manifestano collaborazioni forti tra ingegnere e architetto. Si torna dunque all'importanza di coinvolgere l'ingegnere già nella fase iniziale del progetto, per fare in modo che il concetto architettonico integri anche la componente strutturale.

AM: Quando parliamo di gusci, un ingegnere da solo fa una struttura, mentre un ingegnere che collabora con l'architetto fa un'architettura a guscio. Questo è un tema fondamentale che costituisce anche il limite di Isler perché a mio avviso lui ha fatto pochissime architetture a guscio. In realtà per lui il guscio era una forma strutturale, non una forma architettonica. Si tratta dunque di un approccio diverso rispetto a quello che ho adottato per un progetto con l'architetto francese Patrick Berger. In questo caso si trattava di progettare una copertura per l'entrata della metropolitana nel centro di Parigi

(fig. 6). Il progetto era inteso come un guscio sottile in vetro e calcestruzzo fibrorinforzato. In quel caso, ho cercato di materializzare gli schizzi a mano dell'architetto attraverso un piccolo modello in scala, dove ho corretto la forma in modo che funzionasse anche dal punto di vista strutturale (fig. 7).

GB: Come nel progetto precedente dunque ha utilizzato ancora un modello fisico per discutere gli aspetti principali del concetto. La collaborazione tra lei e l'architetto si è dunque esplicitata in un modello fisico?

AM: Il modello dell'ingegnere è utile per fare in modo che un'idea architettonica corrisponda a un'idea strutturale. Se si parte solo da un'idea strutturale molto probabilmente si arriva alla definizione di una forma geometrica. Quando invece si comincia a volerla adattare a delle esigenze architettoniche, allora il modello fisico è ancora utile, se non indispensabile. In altri ambiti non è necessario, ma per i gusci e le membrane il modello fisico è ancora uno strumento concettuale per individuare la forma e uno strumento di comunicazione tra le discipline per trovare una sintesi tra le diverse esigenze, anche come base di partenza per la costruzione del successivo modello digitale.

* Aurelio Muttoni è Professore Emerito presso l'EPFL, dove ha diretto lo Structural Concrete Construction Laboratory dal 2000 al 2024. È co-fondatore dello studio di consulenza ingegneristica Muttoni Partners a Ecublens e Lurati Muttoni partner a Mendrisio

Un paesaggio di qualità

Daniel Arn UFAM,
Markus Maibach,
Myriam Steinemann INFRAS

I paesaggi svizzeri sono sotto pressione: le peculiarità regionali, le qualità legate alla cultura della costruzione e gli spazi vitali naturali per la flora e la fauna vanno scomparendo. La Concezione «Paesaggio svizzero» (CPS) è uno strumento pianificatore, pensato dalla Confederazione per far fronte a tale pressione.

Lo sviluppo dei paesaggi svizzeri deve poter avvenire in modo coerente, all'insegna di elevati parametri qualitativi. È a tale scopo che la Confederazione ha stilato la Concezione «Paesaggio svizzero» (CPS). In quanto strumento pianificatore, la CPS mira a far sì che i progetti e la pianificazione siano concepiti in modo che, anche in futuro, si possa fruire di un paesaggio di qualità, da utilizzare come spazio abitativo e lavorativo, ma anche come area di svago. La CPS risponde a tale sfida definendo obiettivi finalizzati a uno sviluppo qualitativo del paesaggio e vincolanti per le autorità. Tra questi vi è ad esempio la volontà di densificare gli insediamenti all'insegna della qualità, ma anche di effettuare interventi nel paesaggio in modo attento e rispettoso, di promuovere la diversità e di valorizzare le particolarità regionali. Ad accompagnare la messa in atto della CPS, accanto agli uffici federa-



1 Obiettivo di qualità CPS per paesaggi specifici n. 8 «Densificare nel rispetto della qualità e garantire spazi verdi nei paesaggi urbani». Fonte Yvonne Rogenmoser

li, ai Cantoni e ai Comuni, vi è un'ampia cerchia di attori, tra cui diverse associazioni professionali come la SIA. Riunito in seduta l'8 marzo 2024, il Consiglio federale ha preso atto del rapporto sull'attuazione della CPS per il periodo 2020-2023 («Umsetzung des Landschaftskonzeptes Schweiz [LKS] 2020-2023»), secondo cui gli obiettivi della CPS sono ancora attuali e le misure previste apportano un significativo contributo alla sua messa in atto. In questo modo, i valori naturali e culturali del paesaggio potranno continuare a contribuire in modo determinante, anche in futuro, alla qualità di vita della popolazione e allo sviluppo economico.

Attuazione della CPS

Vi sono alcuni fattori di successo che garantiscono la messa in atto di una politica paesaggistica coerente. Tra questi riveste particolare importanza lo scambio in merito alla CPS intrattenuto a livello intersettoriale tra i vari partner coinvolti, con eventi organizzati a cadenza regolare e anche con un semplice reporting annuale. Così facendo si affiancano gli uffici federali rilevanti per il paesaggio nell'assunzione delle proprie responsabilità per quanto concerne gli obiettivi CPS.

Con i tre principi pianificatori e i sette obiettivi di qualità per paesaggi specifici, in una logica di «tipologia spaziale», si riesce ad ancorare bene la CPS nella pianifi-

Cerchiamo:
redattore·trice
online
40-50%

Cultura del progetto
in chiave multimediale,
vogliamo parlarne?
Aspettiamo la
tua candidatura.



cazione del territorio cantonale. Lo dimostra il lavoro portato avanti dai Cantoni. Essi tengono conto degli obiettivi CPS nelle loro concezioni paesaggistiche e di protezione della natura ma anche nei piani direttori. In base a quanto emerge dalla valutazione dei progetti pilota sulla consulenza paesaggistica, il perseguimento degli obiettivi CPS, nella pianificazione del territorio a livello comunale, può essere sostenuto in modo efficace attraverso una consulenza paesaggistica che sia facilmente accessibile.

Sinergie e lavoro intersettoriale

Gli obiettivi CPS sono sanciti in diverse politiche settoriali e il loro raggiungimento è supportato da diversi progetti e approcci. Alcuni esempi rivestono per i soci SIA particolare interesse nella quotidianità professionale.

Promuovere soluzioni fondate sulla natura

Nell'ambito del programma pilota «Adattamento al cambiamento climatico», avviato dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), emerge con chiarezza che l'adattamento e lo sviluppo qualitativo del paesaggio spesso vanno a braccetto. Gli alberi e il verde non soltanto contribuiscono a ridurre il calore degli spazi insediativi, ma anche li valorizzano sotto il profilo ecologico ed estetico. Tale sinergia si traduce in valore aggiunto per la legittimazione, lo sviluppo progettuale e il finanziamento.

I valori paesaggistici offrono potenziale per lo sviluppo regionale

I progetti volti a promuovere lo sviluppo regionale basati su valori naturali e

paesaggistici possono essere sostenuti mediante i fondi della nuova politica regionale (NPR).

La consulenza paesaggistica affianca comuni e regioni

Le città sono già fortemente sensibilizzate in merito all'importanza di garantire la qualità del paesaggio, mentre negli agglomerati e nei piccoli Comuni di periferia si può fare ancora di più. Per vedere qualche esempio riuscito di sviluppo centripeto si rimanda alla piattaforma web «densipedia.ch» (in tedesco e francese), creata da EspaceSuisse. Invece, per tutto ciò che concerne la cultura della costruzione, del passato e del presente, è utile consultare la piattaforma culturale della costruzione svizzera.ch. L'UFAM offre inoltre un servizio di consulenza in materia di paesaggio. Un pool di esperte e di esperti in materia è a disposizione dei Comuni per offrire consulenza e rispondere a eventuali domande a cavallo tra pianificazione del territorio e paesaggio (www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/paesaggio/info-specialisti/bildung-und-beratung/consulenza-paesaggistica.html). Sino alla fine del 2024 i Comuni possono richiedere una consulenza gratuita per tutte le questioni legate al paesaggio, dal 2025 il servizio sarà ancora sostenuto per metà dalla Confederazione.

Lo scambio di buone pratiche per quanto concerne la messa in atto degli obiettivi CPS rappresenta un importante fattore di successo. Gli approcci esemplari presentati motivano altri attori del paesaggio a realizzare attività su propria iniziativa. Fungono da incentivo anche gli eventi organizzati al proposito, tra questi i

forum CPS, con gli attori coinvolti, ma anche articoli e pubblicazioni che parlano del tema. Ma è soprattutto lo scambio interpersonale a offrire l'opportunità di affinare la comprensione comune e di identificare e mettere a frutto le sinergie, laddove possibile. Il tema del paesaggio rappresenta così, a tutti i livelli, una buona possibilità per lavorare insieme, al di là dei confini settoriali, e per trovare in modo efficace soluzioni pertinenti.

Per maggiori informazioni in merito alla Concezione «Paesaggio svizzero» (CPS), consultare il sito: www.bafu.admin.ch/landschaftskonzept

L'esempio di Lostorf (SO)

Prima di dare il via alla revisione della pianificazione locale, il Comune di Lostorf (SO) ha voluto fare luce sui propri punti forti e deboli a livello di pianificazione del territorio. Una consulenza gratuita con Nico Lehmann, esperto in materia di paesaggio e attivo presso l'azienda SKK Landschaftsarchitekten AG, ha messo in evidenza le domande e gli strumenti che rivestono un ruolo di primo piano se si vuole garantire un'alta qualità di vita. Dopo aver definito il fabbisogno, si sono analizzate insieme le qualità del paesaggio portatrici di un'identità propria, tra queste: il ruscello, visto come componente viva del villaggio ed elemento naturale ai margini dell'insediamento - un anello verde che forma un avvincente contrasto tra un paesaggio strutturato su piccola scala, aperto e ampio, l'imponente sfondo delle montagne giurassiane e i preziosi prati e pascoli secchi. Nella revisione della pianificazione locale, va tenuto debitamente conto di tali qualità spaziali. Un altro fattore importante è la partecipazione: il Comune vuole rendere il luogo più attrattivo con il coinvolgimento della popolazione. La consulenza in materia di paesaggio offre un valido strumento per fare in modo che la revisione possa dare al villaggio di Lostorf una fisionomia più attrattiva e garantire al contempo un'elevata qualità di vita (ulteriori informazioni nell'articolo online, disponibile solo in lingua tedesca: «Landschaftsberatung: Lostorfschaut genauer hin» (pusch.ch))



O F F I C I N E
G H I D O N I
 R I A Z Z I N O

Qualità, flessibilità e competenza sono la nostra forza

- Progettazione e costruzione di strutture civili e industriali in acciaio
- Progettazione e realizzazione di involucri e facciate
- Elementi, serbatoi e impianti in acciaio inossidabile o acciai speciali
- Sviluppo e costruzione di attrezzature speciali
- Design e arredo urbano
- Tecnica stradale e ferroviaria
- Protezioni foniche



Il concorso attraverso la lente della sociologia

Pablo Valsangiacomo

L'articolo di Martin Peikert corredato dalla visualizzazione grafica di Valérie Bovay, apparso su *Tracés 2/2024* con il titolo *Concours d'architecture: comment la position influence la pratique*, ci dà l'occasione di riflettere su alcune caratteristiche delle procedure dei concorsi. In controtendenza con quanto generalmente sostenuto dai progettisti, l'autore afferma che la convinzione secondo cui soltanto l'idea prevale all'interno di un concorso sia un'illusione, un mito che cerca di sfatare con argomentazioni molto dettagliate e convincenti.

Attraverso la lente della sociologia culturale e le teorizzazioni di Pierre Bourdieu, Peikert osserva che le pratiche dell'architetto sono costruite dal network socio-materiale e dalla posizione che occupa all'interno della professione. Considerando il concorso come un microcosmo a sé stante, si individuano i principali attori che ricoprono un ruolo. In questo contesto la competizione porta i partecipanti a tentare di dominare il gioco e assumere posizioni egemoniche.

Il concorso di architettura secondo Peikert non è, appunto, solo una questione di idee, ma anche di come le esperienze e le risorse acquisite influenzino la pratica progettuale spiegando in che modo tali fattori condizionano l'esito.

Il concorso è considerato come un organismo che richiede risorse materiali, temporali e finanziarie, producendo decisioni, vincitori e ritorni economici, relazionali, simbolici ed esperienziali. Tutto ciò contribuisce al funzionamento dell'intero meccanismo e alla progressione degli uffici di architettura.

Per suffragare la sua tesi, Peikert ha analizzato i dati di un campione di concorsi in Svizzera romanda dal 2013 al 2023, che ha coinvolto oltre 4000 attori, e ha individuato sette archetipi di figure ricorrenti nei concorsi che sintetizzano tipologicamente le esperienze fatte dai concorrenti:

- *prolifici*: partecipano frequentemente e vincono regolarmente (0.9%)
- *eminenti*: partecipano principalmente a procedure ristrette e spesso sono giurati (1.3%)
- *travolgenti «jaggernaut»*: combinano i vantaggi dei prolifici e degli eminenti (0.1%)
- *isolati*: partecipano a 5-6 concorsi all'anno con poco successo e senza accesso a giurie o procedure ristrette (ca 7%)
- *moltitudine*: partecipano sporadicamente, 1-2 volte all'anno e con poco successo (ca. 46%)

- *satellitari*: partecipano principalmente come giurati (38%)
- *esterni*: attori importanti in altri contesti geografici che partecipano sporadicamente e in vari ruoli importanti (7%)

È chiaro – dalle cifre riportate – che la distribuzione è squilibrata: solo il 2,3% degli studi professionali, composto dai primi tre archetipi, ottiene ritorni importanti con una certa frequenza, mentre la maggioranza (*isolati e moltitudine*, oltre il 52%) pur investendo molte risorse raccoglie scarsi risultati simbolici, economici o relazionali.

La ricerca sembra inoltre suggerire che esiste una soglia di partecipazione necessaria per raggiungere lo *status* di vincitore. Questo diritto d'accesso ri-

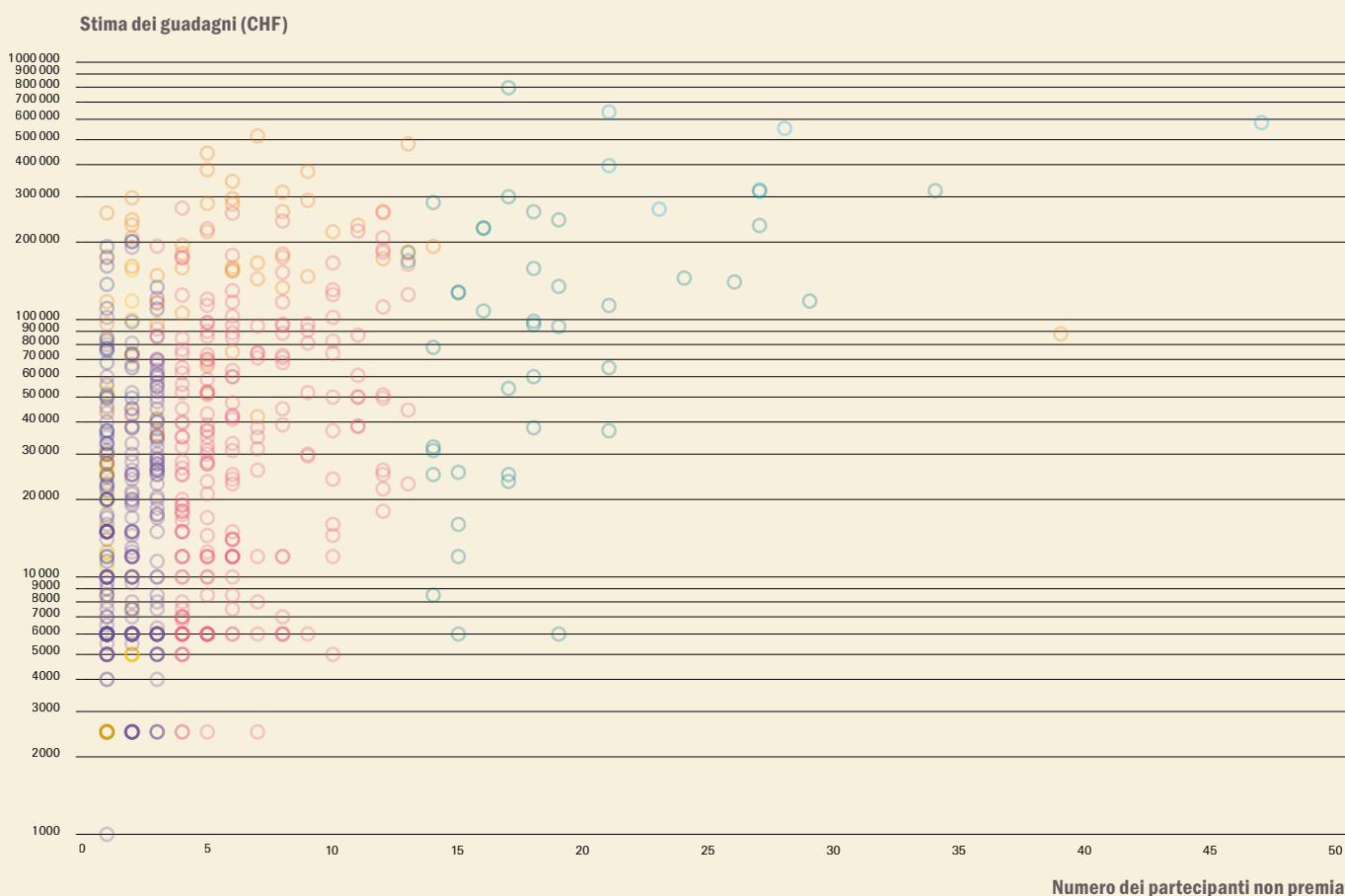
1 Grafico a dispersione degli archetipi che confronta le partecipazioni non premiate con una stima delle somme ricevute in dieci anni (2013-2023):

- Moltitudine
- Satellite
- Esterno
- Isolato
- Eminente
- Prolifico
- Travolgente

○ = 1 ufficio partecipante

In particolare, permette di individuare:

1. gli archetipi dominanti, stimando le somme percepite nell'ambito dei concorsi;
2. l'efficacia degli archetipi;
3. la soglia delle 14 partecipazioni, oltre la quale ci sono pochi esempi di protagonisti che hanno percepito meno di 280'000.-



Partecipazione...	1. Travolgenti	2. Prolifici	3. Isolati	4. Eminent	5. Satellitari	6. Moltitudine	7. Esterni
Non premiati	28.16	18.3	5.9	5.15	0.04	1.34	0.1
Menzioni	12.16	4.25	1.02	2.71	0.01	0.07	0.53
Giurati	10.5	1.49	0.5	10.23	1.35	0.02	0.06
Selezionati	5	2.2	0.52	2.73	0	0.04	0.51
Vincitori	4.34	1	0.23	0.86	0.01	0.01	0.13

Numero di partecipazioni (media) in ciascun ruolo per archetipo

Partecipazione...	1. Travolgenti	2. Prolifici	3. Isolati	4. Eminent	5. Satellitari	6. Moltitudine	7. Esterni
Remunerazione media (CHF)	465844	130337	33924	171327	5028	2627	20565
Quota di attività 2021-2023 (%)	100	97.67	73.61	98.44	34.37	30.69	51.85
Durata di vita 2013-2023 (numero anni)	10	9.3	6	9	0.7	0.9	0.9
Numero di attori preso in esame	6	43	341	64	1886	2272	354

Statistiche descrittive della media di casi in ciascuna categoria

chiede un tributo significativo, spesso costoso, per gli uffici che cercano di progredire; ciò porta – come accennato in precedenza – solo una piccola percentuale a essere in grado di scalare la gerarchia. Inoltre, come avverte l'autore: «la posizione del giurato è strategica e correlata a un particolare successo nelle procedure – più vinciamo, più siamo giurati, più vinciamo... Possiamo quindi immaginare che esista una forma di *feedback* tra ruolo di giurato e vincitore». In questo modo – continua Peikert – «la

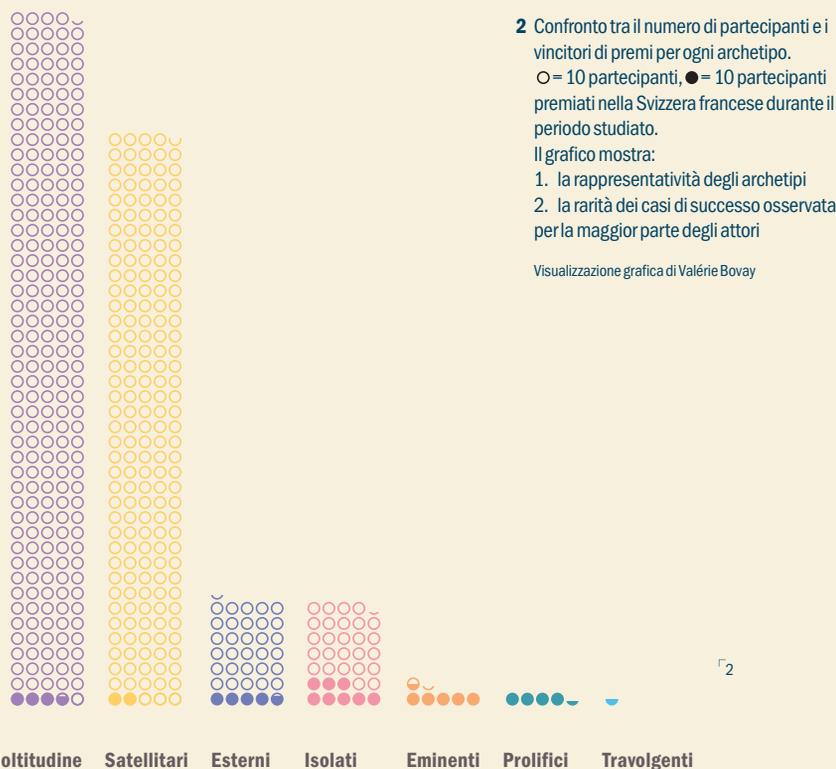
partecipazione a una giuria consente: di sviluppare rapporti all'interno del mondo delle competizioni che portano a un'ulteriore partecipazione come giurato; di trarre informazioni strategiche sulla natura delle aggiudicazioni e sui comportamenti dei giudici; fare oscillare lo *spazio delle possibilità* verso un approccio affine a quello del giurato quando si candida come partecipante».

Statisticamente, un progetto di architettura ha buone possibilità di essere considerato da una giuria se proviene

da uno studio di archetipo dominante, in quanto esso padroneggia i codici, le strategie e utilizza le informazioni a sua disposizione per adattare il suo approccio a ciò che sa della giuria.

Tuttavia, il fatto di non appartenere ai primi tre archetipi non impedisce comunque episodi di successo. In questo caso l'*outsider* prevale sul dominante vincendo una procedura e ciò ha una conseguenza sociale importante: quella di far pensare a gran parte dei progettisti che, nonostante il loro *status precario*, abbiano tutte le possibilità di vincere un concorso motivandoli a partecipare.

Questa analisi, in controtendenza col pensiero comune, sfida la visione «romantica» del concorso come pura competizione di idee, rivelando una realtà più complessa in cui le relazioni sociali e le risorse simboliche giocano un ruolo cruciale. Una tesi molto interessante che potrebbe aprire a domande volte all'evoluzione e al miglioramento di questo strumento eccezionale, ma non perfetto, che è il concorso.



Per una lettura complessiva del testo originale rimandiamo a espazium.ch/fr/actualites/concours-darchitecture-comment-la-position-influence-la-pratique

Una veste elegante per la Casa Torre a Chiasso

Atelier PeR

La Casa Torre, realizzata negli anni Sessanta, costituisce la testa dell'isolato contraddistinto dalla singolare geometria triangolare generata dall'assetto urbano e viario al bivio tra via Livio e via Motta, e ricalca l'impronta dello storico edificio che le ha lasciato il posto. La torre si articola su sette piani fuori terra, di cui cinque dedicati alle attività amministrative e due destinati al commercio.

Il disegno attento dei serramenti e dei casseri della facciata presta attenzione al contesto allineandosi e raccordandosi con i fabbricati circostanti. Al piano attico, il contatto con l'immobile adiacente è stato risolto arretrando il fronte nord, ricavando così un'ampia terrazza che si apre sulla cittadina e la valle di Muggio. Gli spazi commerciali dalle grandi vetrate si dispongono a quote differenti affacciandosi da un lato su via Motta, che conduce alla stazione FFS, e dall'altro verso via Livio che conduce al centro cittadino. Nella testata un taglio verticale permette di illuminare la scala elicoidale, rivestita in marmo, che distribuisce tutti i livelli.

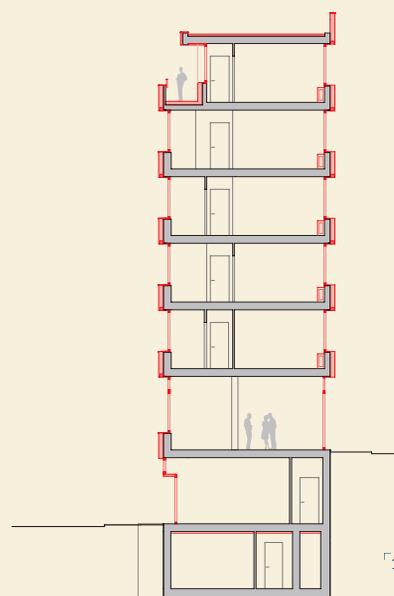
Il risanamento energetico dell'edificio, grazie a un committente attento e consapevole, è maturato sviluppando un'intensa collaborazione tesa ad aggiornare il linguaggio architettonico e valorizzare gli spazi interni dell'edificio.

Il nuovo involucro in metallo rispetta le geometrie e le proporzioni del prospetto originale, reinterpretando in chiave contemporanea l'attenzione al contesto proposta in origine. Il rivestimento metallico delle facciate, caratterizzato dai colori anodizzati, rimanda alle cromie in voga negli anni dell'edificazione della Casa Torre, e viene ora riproposto nelle superfici mutevoli e vibranti che cambiano tonalità in funzione dell'orientamento e dell'ora del giorno. La facciata ventilata sostituisce il calcestruzzo a vista tinteggiato, ma ne richiama le linee e gli allineamenti, e sfrutta lo spessore aggiuntivo per integrare le protezioni solari. I serramenti e i marcapiani sono realizzati con una tinta marrone molto scura che aumenta gli effetti di profondità di imbotti e d'avanzali. All'interno, gli uffici ai piani superiori sono caratterizzati da arredi fissi che nascondono gli impianti rinnovati e che si allineano alla quota dei parapetti delle finestre a nastro. La struttura primaria verticale, costituita da pilastri metallici, è risanata e adattata alle normative antincendio.

Le pareti esterne che contraddistinguono la distribuzione verticale, grazie alle rampe sospese della scala, si sviluppano ininterrotte per tutta l'altezza dell'edificio. Ciò ha permesso ai committenti, appassionati d'arte, di offrire alla Casa Torre e ai suoi utenti una nuova esperienza, attraverso la realizzazione di un'opera d'arte. Per il suo allestimento è stato coinvolto il direttore creativo Giacomo Hug che ha proposto «Wasserturm», un'installazione contemporanea del fotografo tedesco Philipp Klak da allestire nel vano scala. In questo modo si è colta l'occasione per sviluppare la dimensione verticale dello spazio in cui sono state esposte 108 im-

magini fotorealistiche generate da un algoritmo: torri dell'acqua dalle forme più diverse, in numero virtualmente infinito compongono l'installazione. L'opera è in primo luogo un omaggio al nome dell'edificio, mentre il soggetto industriale richiama il contesto del nodo ferroviario che caratterizza la città di Chiasso. Utilizzando la scala ci si trova così a scorrere una sequenza che ben rappresenta l'infinità delle variabili.

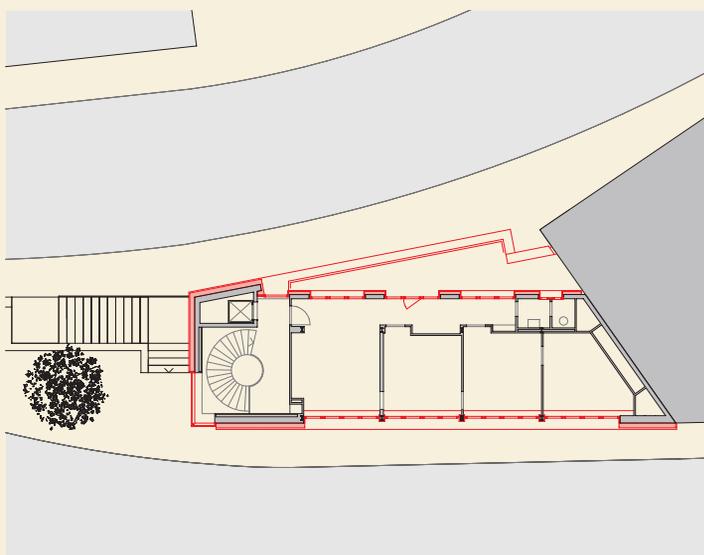
L'edificio, interamente risanato nel 2023, «gioca con la luce» grazie alla sua nuova veste e si presenta così in modo totalmente nuovo. Continua tuttavia a ospitare i suoi inquilini in spazi di qualità che festeggiano praticamente immutati i loro 60 anni. GZM

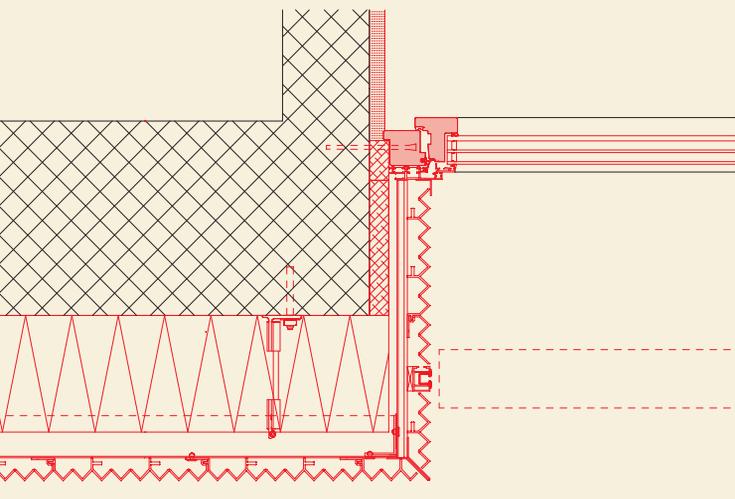


Luogo: Chiasso, via Livio 7 **Committenza:** Daniela Herz Braga IIIa e Alvisè Braga IIIa, Paradiso **Architettura e direzione lavori:** Atelier PeR Sagl, Oliviero Piffaretti e Carlo Romano, Mendrisio **collaboratori:** A. Stefanelli; A. Vitiello **Ingegneria civile:** Ing. Nicola Vonarburg, Mendrisio **Progetto impianti RVCS:** Tecnoprogetti SA, Camorino **Progetto impianti elettrici:** Spinelli SA, Massagno **Fisica della costruzione:** Tecnoprogetti SA, Camorino **Progetto serramenti:** Vistec SA, Bironico; Veragouth SA, Bedano **Fotografia:** Philipp Klak, Monaco di Baviera **Date:** progetto gennaio 2022 - marzo 2023, realizzazione marzo 2023 - ottobre 2023 **Certificazione o Standard energetico:** rapporto CECE da categoria D a categoria B **Intervento e tipo edificio:** risanamento energetico **Categoria edificio (Ae):** negozi, amministrazione; 1104 m² **Fattore di forma (Ath/Ae):** 1.32 **Riscaldamento e acqua calda:** 100% pompa di calore aria acqua **Requisito primario:** efficienza dell'involucro 26 kWh/(m²a) **Indice Energetico Complessivo:** efficienza energetica totale 75 kWh/(m²a) da certificazione CECE **Particolarità:** Lavori di risanamento eseguiti con gli inquilini presenti. I progettisti hanno coinvolto Giacomo Hug, curatore, che ha proposto un intervento del fotografo Philipp Klak nel vano scala (realizzato)



Foto Philipp Klak





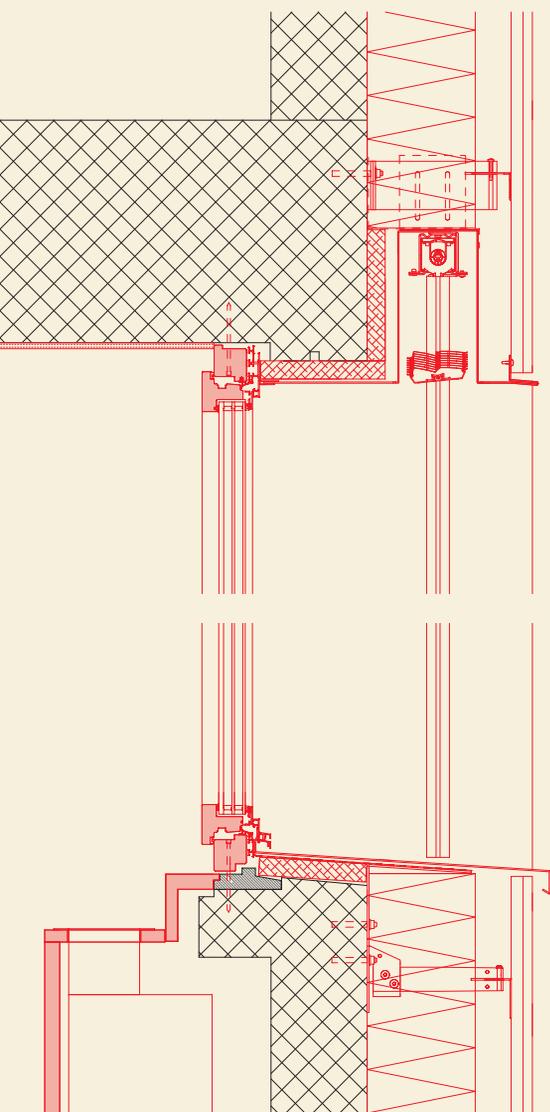
3



Foto Philipp Klak

- 1 Sezione trasversale
- 2 Pianta piano attico
- 3 Pianta di dettaglio
- 4 Sezione di dettaglio

Disegni e foto stato di fatto Atelier PeR



4

Foto Philipp Klak

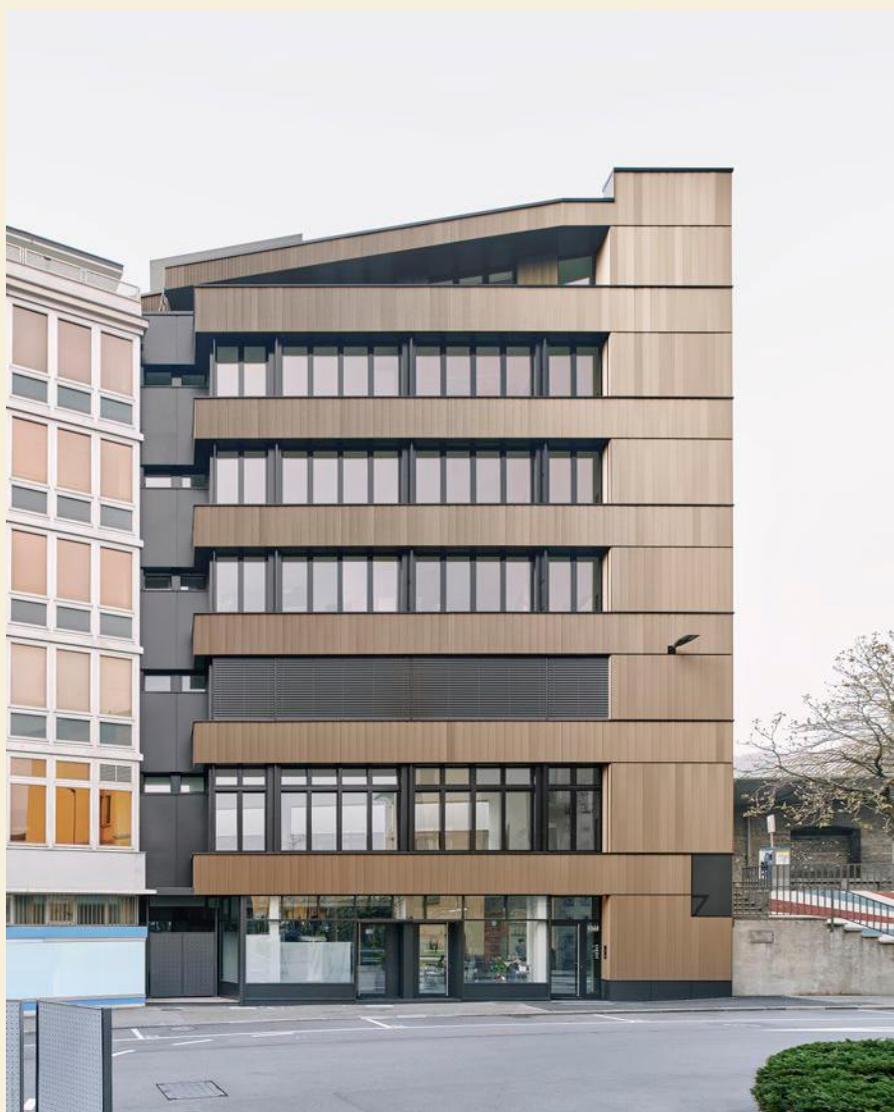




Foto Philipp Klak



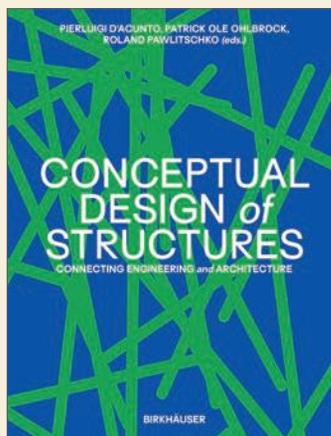
Foto Philipp Klak



Foto Philipp Klak

Libri

Matteo Ocone



**Conceptual Design of Structures
Connecting Engineering and Architecture**
Birkhäuser, Basel 2024

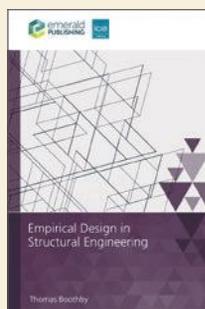
Progettare strutture non è solo un lavoro da ingegneri, né tantomeno una questione secondaria che arriva dopo il gesto di un architetto o di un artista, ma è una questione più complessa che i curatori di questo libro, Pierluigi D'Acunto, Patrick Ole Ohlbrock e Roland Pawlitschko non vogliono semplicisticamente racchiudere in un volume, ma anzi si augurano che i contenuti dello stesso siano solo il trampolino di lancio per ulteriori stimolanti riflessioni. Da qui la volontà di raccogliere una selezione di buone pratiche progettuali, ricerche e questioni sul metodo dell'insegnamento, sempre avendo come fulcro la fase concettuale del progetto, decisiva per un risultato di alta qualità. Il libro è il «frutto maturo» di quanto discusso, e «seminato», in occasione del *Symposium on Conceptual Design of Structure 2021* tenutosi ad Attisholz (Soletta), dal 16 al 18 settembre 2021 e ripropone, con le parole di alcuni relatori del convegno, quattro nuclei tematici, orga-

nizzati in altrettanti capitoli, così intitolati: *Sfida alla gravità; Visibile o Occulta; Apprendere dal passato; Responsabilità comuni*. Nel primo paragrafo si vuole stimolare il lettore ad andare oltre i limiti, anche se a volte imposti dalle leggi della fisica, cercando di coinvolgere, nel campo della progettazione strutturale, nuovi strumenti e tecnologie innovative per sbloccare risultati inattesi.

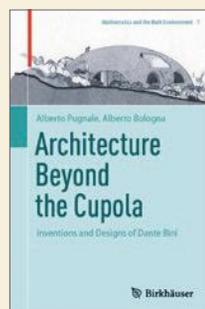
Questa sezione, che indaga gli esiti felici del connubio ingegneria-arte propone, tra gli altri contributi, un'intervista agli ingegneri di SOM con l'artista Janet Echelman che si soffermano sulla relazione struttura-architettura. Echelman dichiara il suo fascino per le strutture leggere che, fluide e morbide, consentono il movimento e anche se si lavora su una scala monumentale sono sempre eleganti e non perdono la loro delicatezza purché gestite da ingegneri capaci di far confluire le conoscenze tecniche nel gesto artistico.

Nel saggio di Alejandro Bernabeu Larrea, che sottolinea come la struttura sia una opportunità per migliorare il disegno architettonico, si evince che una struttura è capace di trasformare e influenzare lo spazio architettonico: «ogni elemento strutturale ha una sua realtà fisica e con la sua corporeità influenza lo spazio in cui si trova». Questo diventa un tutt'uno se si pensa ad esempio all'installazione alla Tate Modern dell'artista indiano Anish Kapoor che, grazie al lavoro con l'ingegnere strutturista Cecil Balmond, ha materializzato la relazione tra forma e struttura: la forma è determinata dal suo comportamento strutturale. Che siano strutture «visibili», come nel caso di nuove strutture che si integrano su architetture esistenti per rendere effettiva la loro rifunionalizzazione, oppure strutture «occulte», come nel caso di «architetture e strutture fuse in un unico sistema», la progettazione concettuale di strutture significa sempre, come scrive Jürg Conzett, «soddisfare requisiti complessi con un si-

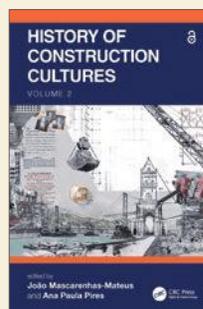
stema di misure basato su principi semplici» che portano alla sperimentazione creativa di approcci sintetici, completi e olistici. «Apprendere dal passato» con lo studio della *historia magistra vitae* permette soprattutto alle giovani generazioni di spingersi oltre i limiti raggiunti dai precedenti maestri che vanno studiati, soprattutto, per comprendere come sono stati superati i momenti di crisi e così scoprire, come racconta Tullia Iori, che sono sempre stati momenti di opportunità per lo sviluppo tecnologico. La conversazione da Aurelio Muttoni e Roberto Gargiani con Pierluigi D'Acunto, sull'insegnamento della progettazione concettuale delle strutture ai giovani architetti e ingegneri, evidenzia come bisogna sempre essere curiosi, ma anche modesti, e ricordarsi che nell'approccio alla progettazione ci sono sempre delle «responsabilità comuni». Oggi, infatti, è imprescindibile un approccio più etico che deve essere inserito nel sistema educativo e professionale per un futuro migliore. Il nostro ambiente costruito non deve essere quindi sostenibile solo dal punto di vista ambientale, ma anche sociale ed economico, incorporando considerazioni etiche sul risparmio delle risorse. Mario Rinke a tal proposito discute nel libro il ruolo critico delle strutture portanti all'interno della costruzione sostenibile e pone l'accento su una filosofia di progettazione flessibile: come nel corpo umano «le sole ossa non hanno alcun significato in relazione al tutto di cui fanno parte; fanno sempre parte di un sistema complesso. Proprio come le ossa, le strutture portanti hanno senso solo nel loro contesto e per una funzione». Come dichiarato dagli stessi autori, con la lettura di questo libro non si vogliono fornire solo risposte ma, soprattutto, lasciare delle domande al lettore, ingegnere, architetto, artista o semplicemente curioso che magari cercherà la propria risposta su cosa significhi *Conceptual Design of Structure...*



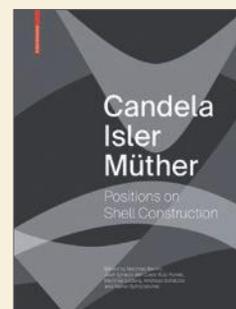
Thomas Boothby
Empirical design in structural engineering
ICE Publishing, Leeds 2023



Alberto Pugnale, Alberto Bologna
Architecture Beyond the Cupola. Inventions and Designs of Dante Bini
Birkhäuser, Basel 2023

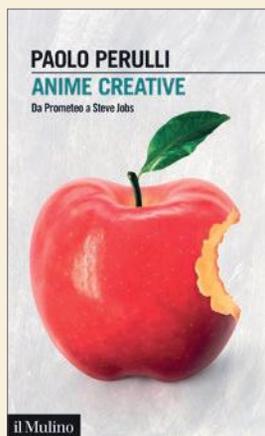


João Mascarenhas-Mateus,
Ana Paula Pires, a cura di
History of Construction Cultures
CRC Press, Leiden 2021, vol. 2



Candela Isler Mütter
Positions on Shell Construction
Birkhäuser, Basel 2021

Matteo Vegetti



Paolo Perulli
Anime creative. Da Prometeo a Steve Jobs
 il Mulino, Bologna 2024

Da quando il capitalismo ha fatto della creatività la forma di produzione più avanzata, non è più possibile comprendere il nostro mondo senza un'adeguata comprensione della funzione svolta dalla «classe creativa», come l'urbanista americano Richard Florida l'ha per primo battezzata. Parliamo di una classe che, ancorché inconsapevole di sé, si mostra capace di ridefinire con le sue innovazioni tecniche, logiche ed espressive i nostri stili di vita, la nostra relazione estetica al mondo, i nostri modi di abitare, comunicare, pensare, immaginare. Ne fanno parte in prima istanza i professionisti delle arti applicate: designers, architetti, programmatori, ingegneri, operatori nel campo della moda, dell'editoria, del divertimento, creatori di *start up* di ogni tipo.

Figure a volte distanti tra loro, ma accomunate da una cultura liberal, cosmopolita, tollerante, progressista e appartenenti a un unico indefinito ecosistema che con buona approssimazione chiamiamo «industria creativa». Rilette a vent'anni di distanza, le tesi esposte da Florida in *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life* (2002) mantengono la loro vitalità, anzi le grandi trasformazioni sociali recentemente introdotte dalle tecnologie digitali, rendendo possibile un aumento esponenziale della produzione e della circolazione delle conoscenze, hanno persino potenziato la funzione dei creativi su scala globale. Ma sul tema restava ancora un grande lavoro da fare. Innanzitutto, che tipo di sapere definiamo creativo e che legame intrattiene tale sapere col Moderno? E poi: per quali vie la classe creativa è diventata il motore dell'economia globale?

Sono queste le domande che Paolo Perulli affronta nel suo ultimo, coraggioso

saggio, *Anime creative. Da Prometeo a Steve Jobs*. Data la natura altamente teorica di entrambe le questioni, l'autore opera sul confine tra sociologia e filosofia, adottando un taglio genealogico. Il carattere del moderno creativo, instancabile innovatore e creatore di mondi possibili, è stato presagito da Goethe e da Nietzsche. Ma è soprattutto l'economista austriaco Schumpeter a forgiare la figura del moderno innovatore, pienamente inserito nel mercato e funzionale a quel processo di costante rivoluzione che fa del capitalismo una macchina di distruzione creativa, un modo di produzione anarchico, privo di scopi, interamente votato a soddisfare la Legge economica che, in regime di competizione, collega la sopravvivenza al rinnovamento.

Dentro questa ricca cornice teorica Perulli fa emergere la questione più centrale del libro: come è avvenuto che i creativi siano diventati il motore della società capitalista avanzata? Per rispondere a questa fondamentale domanda, che investe la radice stessa della società contemporanea, l'autore propone una tesi forte e del tutto originale: la classe creativa sorge negli Trenta per effetto della massiccia emigrazione in America di artisti, designer, architetti e scienziati europei. Un vero esodo che, seguendo un percorso inaugurato nel 1917 dal precursore per eccellenza, Marcel Duchamp, porterà un'intera generazione creativa ad attraversare l'oceano e a insediarsi nel nuovo mondo. Siamo di fronte a un punto di svolta decisivo: dall'incontro tra i saperi europei da un lato e la cultura imprenditoriale americana, sostenuta dall'industria più evoluta del pianeta, nasce infatti quella classe di intellettuali creativi destinata a rivoluzionare il capitalismo stesso, e a segnare il primato tecnologico americano nel campo dei consumi, delle telecomunicazioni, dello spettacolo, dell'industria bellica. Siamo abituati a pensare immediatamente all'emigrazione di quegli scienziati e fisici europei (da Einstein a Fermi) che daranno un solido contributo alla risoluzione della seconda guerra mondiale. Ma il libro ci mostra tutta l'impressionante ampiezza del fenomeno, che va dalla filosofia alla musica, dall'economia alla psicologia, dalle arti visive all'architettura (basti qui pensare ai nomi di Gropius, Mies van der Rohe, Giedion, Moholy-Nagy). La straordinaria capacità innovativa delle avanguardie europee è stata letteralmente assorbita dal sistema produttivo americano, e da tale fusione è sorto quel tipico mix tra merce (standardizzazione) e creatività (innovazione) destinata a dominare i mercati per quasi un secolo: tanto è durato il capitali-

simo creativo globale nel quale ancora oggi viviamo. Il soggetto creativo possiede una propria struttura antropologica, che, come Perulli suggerisce, reca dentro di sé il segno dell'esilio e dello sradicamento: «il profilo del *tipo creativo* sta a metà strada tra l'eterno *outsider* e il nuovo aggressivo *establishment*, metropolitano e cosmopolita. Arrivare in America ha rappresentato per l'intelligenza europea proprio questo percorso. Essi, apolidi anche quando acquisito la nuova nazionalità, hanno portato dall'Europa il *pensiero* che in America si è tradotto in *azione*» (p. 46).

Apolide per essenza, la classe creativa è paradossalmente dipendente dalla metropoli liberale: si nutre della libertà della vita metropolitana, della contaminazione tra culture e saperi diversi, del continuo sconfinamento dei limiti disciplinari. Il rapporto tra il creativo e la metropoli è così stretto che è persino difficile stabilire se siano due cose diverse. Come Perulli ci mostra attraverso le capitali del Moderno (Parigi, New York, San Francisco), le metropoli non solo catalizzano i creativi, ma li creano e li moltiplicano offrendo loro l'habitat di cui necessitano.

Il libro, come si sarà capito, ricostruisce il successo del talento creativo nella modernità globalizzata, ma non è affatto insensibile alle criticità che l'affermazione della classe creativa reca con sé e, anzi, ci lascia in consegna alcune inquietudini. Per esempio: i creativi sembrano al tempo stesso complici e vittime della specifica forma di economia che attraverso di loro si è affermata. Complici di un capitalismo acefalo, privo di ogni fine e smisuratamente competitivo ne divengono vittime in quanto sottopagati, precarizzati, e sempre più separati dai mezzi di produzione che trasformano il loro talento in valore. Inoltre, i creativi sono paradossalmente le figure professionali più esposte sia agli effetti distruttivi delle loro innovazioni (si pensi per esempio ai possibili effetti sul lavoro creativo dell'AI) sia all'inflazione della creatività resa possibile dalle nuove tecnologie e da una vera e propria «crisi di sovrapproduzione». Ma oltre a ciò, sotto la spinta omologante dei mercati globali, le stesse città creative rischiano secondo Perulli di perdere la loro vocazione al rischio, alla sperimentazione, alla rottura degli schemi (lo si vede a Milano, ma non solo). Il libro consegna al lettore diverse ipotesi circa il futuro della creatività, l'ultima delle quali – in sintonia con le recenti biennali di Venezia – è forse la più suggestiva: a compensare i fattori di crisi della classe creativa occidentale e a rivitalizzare lo spirito creativo del Moderno potranno forse essere le giovani metropoli del sud-globale?

Ci sono
le cose belle.
E poi ci sono
le opere d'arte.



Non abbiamo nulla contro la bellezza. Anzi, la sosteniamo pienamente se accompagnata da un design funzionale. Ma vorremmo darti qualcosa che corrisponda perfettamente al valore delle tue creazioni per gli anni a venire.

Per questo ti presentiamo la nostra pluripremiata collezione Mythos Masterpiece in acciaio inox. Vasche, miscelatori e accessori in tre tonalità metalliche con un segreto di bellezza duraturo: l'esclusiva Tecnologia F-Inox che li preserva nel corso del tempo. Una vera e propria collezione di opere d'arte perfettamente incorniciate dai nostri piani di lavoro dello stesso materiale. Durevoli, igieniche ed efficaci contro l'impronta delle dita, tutte disponibili in diverse finiture, tra cui la sofisticata Blackpearl Finish. Collezione Mythos Masterpiece, 100% tradizione Svizzera.

Innamorati di questa opera d'arte su franke.com

F INOX
TECHNOLOGY

FRANKE

archi

4 2024

Archi rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica

Fondata nel 1998, esce sei volte all'anno.

ISSN 1422-5417

tiratura REMP diffusa 3157 copie, 3057 vendute

Palazzo Pollini, vicolo Confalonieri 4, 6850 Mendrisio

tel. +41 91 921 44 55

redazione@rivista-archi.ch

www.espazium.ch

Direzione

Mercedes Daguerre ^{MD}

Vicedirezione

Stefano Milan SM

Coordinamento e impaginazione

Andrea Nardi ^{AN}

Redazione

Francesca Belloni ^{FB}, Valeria Gozzi ^{VG}, Matteo

Moscatelli ^{MM}, Andrea Roscetti ^{AR}, Pablo

Valsangiacomo ^{PV}, Graziella Zannone Milan ^{GZM},

Stefano Zerbi ^{SZ}

Rubrica Expromo

Federica Botta ^{FB}

Rubrica Paralleli

Gabriele Neri ^{GN}

Redazione online

Melinda Haller ^{MH}

Comunicati SIA

Sophie Depondt, responsabile

Patrizia Borsa, traduzioni

Marketing

Paola Bernasconi ^{PB}

Postproduzione immagini

Laurent Guye

Traduzioni italiano-inglese

Stephen Piccolo

Correzione bozze

Fabio Cani

Corrispondenti

Silvia Berselli, cultura architettonica/eventi

Alberto Bologna, ricerca e tecnologia

Rina Corti, Manuel Lüscher, didattica e

ricerca applicata SUPSI

Comitato scientifico

Claudio Ferrata, geografo, Lugano

Andrea Frangi, ingegnere civile, Zurigo

Jacques Gubler, storico dell'architettura, Basilea

Tullia Iori, storica dell'ingegneria, Roma

Annalisa Viati Navone, storica dell'architettura,

Balerna-Parigi

Consiglio di redazione

Belén Alves Ferreira, architetta, Mendrisio

Alberto Del Col, ingegnere civile, Lugano

Alessandro Dolfini, architetto, Locarno

Maja Leonelli, architetta paesaggista, Chiasso-Zurigo

Francesco Piatti, architetto, Bellinzona

Blind-review

Testi e proposte di pubblicazione che pervengono in redazione sono sottoposti alla valutazione secondo competenze specifiche del comitato scientifico e interpellando lettori esterni con il criterio del blind-review

Editore

espazium - Edizioni per la cultura della costruzione

Zweierstrasse 100, 8003 Zurigo

tel. +41 44 380 21 55, fax +41 44 380 21 57

Senem Wicki, presidente

Katharina Schober, direttrice

Ariane Nübling, assistente

Organo ufficiale

SIA Società svizzera ingegneri e architetti,
www.sia.ch

CAT Conferenza delle Associazioni Tecniche del
Cantone Ticino, www.cat-ti.ch

Stampa e rilegatura

Stämpfli Publikationen AG, Berna

Associazioni garanti

SIA Società svizzera ingegneri e architetti
www.sia.ch

FAS Federazione architetti svizzeri

www.architekten-bsa.ch

suisse.ing Unione svizzera ingegneri consulenti

www.suisse-ing.ch

Fondation Acube, www.epflalumni.ch/fr/prets-dhonneur

ETH Alumni, www.alumni.ethz.ch

Abbonamenti e arretrati

Annuale (6 numeri): cartaceo Fr. 175.-,

digitale Fr. 140.-, cartaceo e digitale Fr. 210.-

Numeri singoli Fr. 26.- (più spese di spedizione)

espazium.ch/it/abbonarsi

Informazioni per studenti, gruppi ed estero:

abo.archi@galledia.ch oppure

Galledia Fachmedien AG, Flawil

tel. +41 58 344 95 57

Abbonamenti soci SIA: SIA, Zurigo

tel. +41 44 283 15 15, fax +41 44 283 15 16

rettifiche@sia.ch

Pubblicità

Fachmedien, Zürichsee Werbe AG

Tiefenaustrasse 2, 8640 Rapperswil-Jona

tel. +41 44 928 56 11, fax +41 44 928 56 00

www.fachmedien.ch, info@fachmedien.ch

espazium ≡

Der Verlag für Baukultur
Les éditions pour la culture du bâti
Edizioni per la cultura della costruzione

La riproduzione, anche parziale, di immagini e testi, è possibile solo con l'autorizzazione scritta dell'editore e con la citazione della fonte

myclimate
neutral
stampato
myclimate.org/01-21-662136



espazium ≡

Dove si parla di *Baukultur*?



Qui.

archi

TRACÉS

TEC21

espazium.ch

Gehri



gehri.swiss

L'Arte del rivestire dal 1970

©Arch. R. Marcon