



a cura di | curated by Valeria Gozzi, Claudio Martani **testi** | texts Claudio Martani, Catherine De Wolf • Olin Bartlome, Sarah Kristin Schalles • Valeria Gozzi • Elodie Simon, Julien Pathé, Elodie Vautrin • Roberto Guidotti • Guillaume Habert, Shoshana Huber, Alia Bengana **incontri** | encounters Valeria Gozzi, Claudio Martani, Alberto Cerri, Leonardo Garaguso, Valentina Kumpusch, Diego Rodoni • Camilla Sofia Morelli, nuar



# Un nuovo nome? Anzi, tre.

Dal 2026, l'universo di **espazium** si rinnova:  
le tre riviste cambiano nome e si aprono  
a nuove prospettive. Noi siamo pronti, e voi?

## NOTE SULLA RIORGANIZZAZIONE DELLA RIVISTA

Con il nuovo anno, la rivista entra in una fase di evoluzione, anche nella struttura dei suoi contenuti.

Prima di tutto, uno sguardo alla copertina. Il numero romano richiama l'anno di fondazione della *Rivista Tecnica della Svizzera Italiana: espazium quaderni* ne è erede, una genealogia di cui noi e la SIA Ticino siamo orgogliosi. I nomi degli autori acquisiscono rilievo: l'interdisciplinarietà è un valore centrale e mettere in evidenza le figure del gruppo progettuale ribadisce il legame della rivista con il mondo della progettazione nelle sue molteplici sfaccettature. La lingua della rivista è anch'essa un elemento chiave: tutti gli articoli del nucleo centrale sono in italiano e inglese, scelta meditata per ampliare la diffusione e permettere al territorio di farsi conoscere anche oltre i confini locali.

L'organizzazione delle sezioni ha una funzione precisa: chiarire l'area degli apparati, consolidare il sistema delle rubriche e creare nuovi strumenti per gli autori, generando contenuti più interessanti per i lettori. La rivista ha già dimostrato, come *Rivista Tecnica della Svizzera italiana* prima e *Archi* poi, la solidità della propria base di contenuti, anche scientifici. L'ampiezza dei formati consente differenti prospettive: dall'informazione tecnica e sui concorsi all'aggiornamento normativo, dai testi di riflessione – profonde o leggere – agli spunti sul mondo dei libri e delle pubblicazioni, con intrecci tra presente e passato.

Alle rubriche già presenti si aggiungono nuove sezioni. In particolare, inauguriamo *EUREKA*, che riprende nome e principi di una rubrica già presente nella *Rivista Tecnica della Svizzera italiana*. Sarà il luogo della ricerca scientifica e umanistica e chiuderà sempre il numero, contribuendo a un assetto chiaro della struttura. Dai prossimi numeri la rubrica sarà in inglese; la versione italiana, integrale o ridotta, sarà accessibile online tramite il QR code a fine testo. L'obiettivo è valorizzare la circolazione delle idee e aprire la rivista a un orizzonte culturale nazionale e internazionale. Per rafforzare l'accuratezza dei testi, stiamo sperimentando un diverso sistema di note, adottando in questo numero il *Chicago Style – notes & bibliography*, raccomandato dall'USI per la redazione dei riferimenti bibliografici e sitografici. Il lavoro di affinamento delle note proseguirà per tutto il 2026 e potrà comportare inevitabili cambiamenti; il processo sarà sottoposto a un gruppo selezionato di lettori per valutarne l'apprezzamento e verificare l'efficacia del nuovo sistema.

Invitiamo inoltre i lettori a usare tutti i media di *espazium quaderni*: i QR code disseminati nelle rubriche sono veri portali verso video, articoli, approfondimenti e collegamenti alle altre testate dell'editore, rendendo l'esperienza di lettura più completa e articolata. Vogliamo offrire scientificità, chiarezza e facilità di lettura, restando aperti al dialogo: ci trovate alla nuova email della redazione, [quaderni@espazium.ch](mailto:quaderni@espazium.ch).

- 2 PARALLELI a cura di Gabriele Neri
- 3 CULTURA PROGETTO COSTRUZIONE a cura di Andrea Nardi  
testo di Luca Ortelli
- 6 COMUNICATI SIA a cura di Romain Galeuchet  
testo di Sonja Lüthi
- 8 CONCORSI a cura di Pablo Valsangiacomo
- 9 FILI ROSSI a cura di Sophie Marie Piccoli
- 10 UNIVERSO ESPAZIUM a cura di Andrea Nardi

## Ripensare l'ingegneria civile Rethinking Civil Engineering

a cura di | edited by  
Valeria Gozzi, Claudio Martani

- 11 **EDITORIALE | EDITORIAL** PONDERO, ERGO SUM  
Stefano Milan, Andrea Nardi
- 12 **STRUTTURE A IMPATTO MISURABILE**  
**STRUCTURES WITH MEASURABLE IMPACT**  
Valeria Gozzi, Claudio Martani
- 15 **CIRCULARITÀ E FUTURE-READY DESIGN**  
**CIRCULARITY IN FUTURE-READY DESIGN**  
Claudio Martani, Catherine De Wolf
- 22 **DOVE SIAMO E DOVE STIAMO ANDANDO?**  
**WHERE ARE WE AND WHERE ARE WE GOING?**  
Olin Bartlome, Sarah Kristin Schalles
- 28 **PARADIGMI DI PROGETTAZIONE SOSTENIBILE**  
**SUSTAINABLE DESIGN PARADIGMS**  
Valeria Gozzi
- 34 **PROSPETTIVE SULLA TRANSIZIONE INFRASTRUTTURALE**  
**PERSPECTIVES ON INFRASTRUCTURE TRANSITION**  
Una conversazione con | In conversation with Alberto Cerri,  
Leonardo Garaguso, Valentina Kumpusch, Diego Rodoni  
a cura di | edited by Valeria Gozzi, Claudio Martani
- 42 **FORMULA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE**  
**LOW ENVIRONMENTAL IMPACT FORMULA**  
Elodie Simon, Julien Pathé, Elodie Vautrin
- 48 **RRR: RIFLETTERE, RIFLETTERE E ANCORA RIFLETTERE**  
**RRR: REFLECT, REFLECT, AND REFLECT AGAIN**  
Roberto Guidotti
- 54 **L'ATLANTE DEI MATERIALI RIGENERATIVI**  
**THE ATLAS OF REGENERATIVE MATERIALS**  
Guillaume Habert, Shoshana Huber, Alia Bengana
- 60 **NUAR, VERSIONI POSSIBILI DEL SOSTENIBILE**  
**NUAR, POSSIBLE VERSIONS OF SUSTAINABILITY**  
Camilla Sofia Morelli
- 67 **EUREKA** a cura di Graziella Zannone Milan  
testo di Eugenio Lux

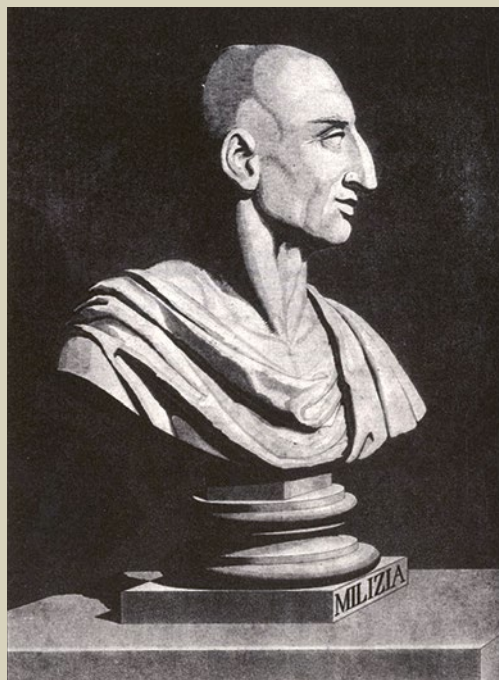
In copertina:  
decostruzione di un  
edificio industriale in  
calcestruzzo, Renens VD.  
Foto Coopérative 2401

On cover:  
deconstruction of a  
concrete industrial  
building in Renens VD.  
Photo Coopérative 2401

# Architetti vis-à-vis

Gabriele Neri

- 1 Ritratto di Francesco Milizia, in *Principj di architettura civile*, Serafino Majocchi, Milano 1847
- 2 Rem Koolhaas sulla copertina di «L'Uomo Vogue», aprile 2008.



1<sup>T</sup>2

Nel vasto Olimpo dell'Architettura non si potrebbero trovare volti più distanti tra loro. A sinistra, il busto del dottissimo Francesco Milizia (1725-1798), teorico e scrittore d'architettura – si ricordino almeno *Le Vite de' più celebri architetti d'ogni nazione e d'ogni tempo* e *Principj di architettura civile* – ma anche di mille altre cose, dalla medicina all'astronomia. A destra invece c'è il profilo dell'olandese Rem Koolhaas, classe 1944, anche lui prolifico con la penna – mosse i primi passi come giornalista e sceneggiatore – ma anche e soprattutto architetto praticante, con cantieri in tutto il mondo, dall'Europa all'Estremo Oriente.

Il ritratto di Milizia che qui proponiamo è un'incisione di Giuseppe Bramati, tratta da una delle edizioni milanesi ottocentesche dei *Principj*, volume pubblicato in origine presso l'editore De Rossi di Finale nel 1781 e poi uscito in forme progressivamente arricchite. L'opera era simile per intenti – ma con tutt'altro sfondo e sviluppo – al *Cours d'architecture* di Jacques-François Blondel, che pure metteva a sistema quanto scritto da illustri colleghi, da Vitruvio in poi. L'edizione milanese fu illustrata da Giovanni Antonio Antolini (1753-1841), tra i

più rinomati esponenti dell'architettura neoclassica italiana, noto a Milano per l'insegnamento all'Accademia di Brera e per il famoso progetto del Foro Bonaparte. Dalla fine del Settecento, gli scritti di Milizia divennero un riferimento importante per le nuove generazioni di architetti.

Tutt'altra consistenza grafica ed editoriale ha il volto di Koolhaas, catturato da Mark Seliger – fotografo americano esperto nel ritrarre le celebrità – per la copertina della rivista «L'Uomo Vogue» dell'aprile 2008. Quel numero era dedicato alle personalità «creative» più in vista del tempo nell'architettura e nel design: oltre a Rem, all'interno si incontravano Ron Arad, Norman Foster, Zaha Hadid, Daniel Libeskind, Jean Nouvel, Philippe Starck, e l'ormai ultracentenario Oscar Niemeyer.

Il servizio fotografico fu scattato all'interno di Villa dall'Ava, realizzata da Koolhaas nei pressi di Parigi tra il 1984 e il 1991; si trattò quindi di un ritorno sulla scena di un «delitto» (leggetevi *The House of Dr Koolhaas* di Françoise Fromont, da poco uscito per Park Books!) compiuto molti anni prima. Ma qualcos'altro accadrà, pochi mesi dopo l'uscita della

rivista: nel settembre del 2008 ci sarà l'epocale fallimento di Lehman Brothers, legato alla crisi dei mutui *subprime*.

Com'è noto, la bancarotta innescò una delle più gravi crisi economiche degli ultimi cent'anni, con pesanti ripercussioni anche sul mondo del costruire. Negli anni successivi, difatti, il tenore – e anche l'immagine – dell'architettura «iconica» e dei relativi progettisti subì un certo ridimensionamento, finanziario innanzitutto ma coincidente anche con una più ampia revisione dell'idea stessa di «archistar». In altre parole, in quel ritratto patinato di Koolhaas, elegantemente agghindato, cogliamo l'apice dell'adorazione mediatica dell'architetto, che di certo non svanirà ma verrà quantomeno messa in discussione.

Dalla cultura neoclassica che celebrava Milizia al culto delle archistar del terzo millennio, parecchie cose sono cambiate. Eppure, messi l'uno di fronte all'altro, i due sembrano condividere lo stesso sguardo – oltre che, a sorpresa, i tratti somatici – in una sorta di complicità tra colleghi, ben consapevoli tra l'altro dell'immenso potere della carta stampata – e oggi del digitale – nell'influenzare il corso dei cantieri.

# Kay Fisker, architetto della città anonima

**Luca Ortelli**

architetto, professore emerito EPFL

Passeggiando nei quartieri residenziali attorno al centro storico di Copenhagen si attraversano porzioni di città caratterizzate da edifici chiari, semplici, perfettamente riconoscibili. Si tratta dei numerosi immobili collettivi degli anni Venti e Trenta del Novecento, realizzati sull'impulso di una legge che mirava a contrastare efficacemente la carenza di alloggi che affliggeva la città alla fine del XIX secolo. A Copenhagen tutti gli architetti che contribuirono alla costruzione della città moderna accettarono così una forma di anonimato che ridefinisce, attraverso esempi concreti, la nozione stessa di autore, mettendo al centro l'omogeneità urbana piuttosto che l'esaltazione individuale.

## 35 000 alloggi

Come molte città europee, Copenhagen conobbe, nei primi decenni del secolo scorso, una grave carenza abitativa. Le ragioni di tale situazione sono molteplici e non differiscono sostanzialmente da una città all'altra. Le risposte fornite per risolvere il problema assunsero invece forme diverse, non solo da un Paese all'altro ma anche da una città all'altra.

In alcuni casi, gli interventi volti alla produzione di alloggi accessibili al maggior numero possibile di persone segnarono profondamente lo sviluppo urbano, costituendo al contempo esempi notevoli dal punto di vista sociale, economico e architettonico. Tra questi occorre ricordare le esperienze tedesche – in primo luogo Berlino e Francoforte – ma anche la grande operazione nota come Vienna Rossa. Quest'ultima, a lungo considerata retrograda o addirittura contraria ai principi moderni a causa delle scelte architettoniche adottate, si basava su una modalità d'intervento che potremmo definire di densificazione urbana, e come tale assai distante dai principi fondativi delle Siedlungen tedesche. Al di là delle sterili polemiche sulle qualità specifiche dell'uno o dell'altro modello, oggi assistiamo a un rinnovato interesse verso soluzioni più «urbane». Accanto agli esempi più celebri si aggiungono così, tra gli altri, le esperienze di Amburgo, Amsterdam, Stoccolma e Copenhagen. Il caso della

capitale danese è poco conosciuto, ma presenta caratteri che meritano di essere studiati.

In un primo momento, per contrastare la penuria di alloggi e la speculazione che si limitava a produrre abitazioni di standard deprecabili, furono introdotte norme mirate a migliorare la situazione. Poiché tali misure si rivelarono insufficienti, il governo varò una legge che prevedeva un contributo finanziario sotto forma di garanzia sui prestiti necessari alla realizzazione di nuovi alloggi. Questo dispositivo (Statsboligfond Act) permise di costruire, durante le due fasi della sua applicazione, dal 1922 al 1933, circa 35 000 alloggi.<sup>1</sup> Nella grande maggioranza dei casi le costruzioni erano affidate a cooperative e la forma urbana adottata era quella dell'edificio a corte (karré in danese) nella sua versione più efficace: volumi disposti lungo il perimetro dell'isolato, con un ampio spazio libero interno trattato come giardino collettivo.

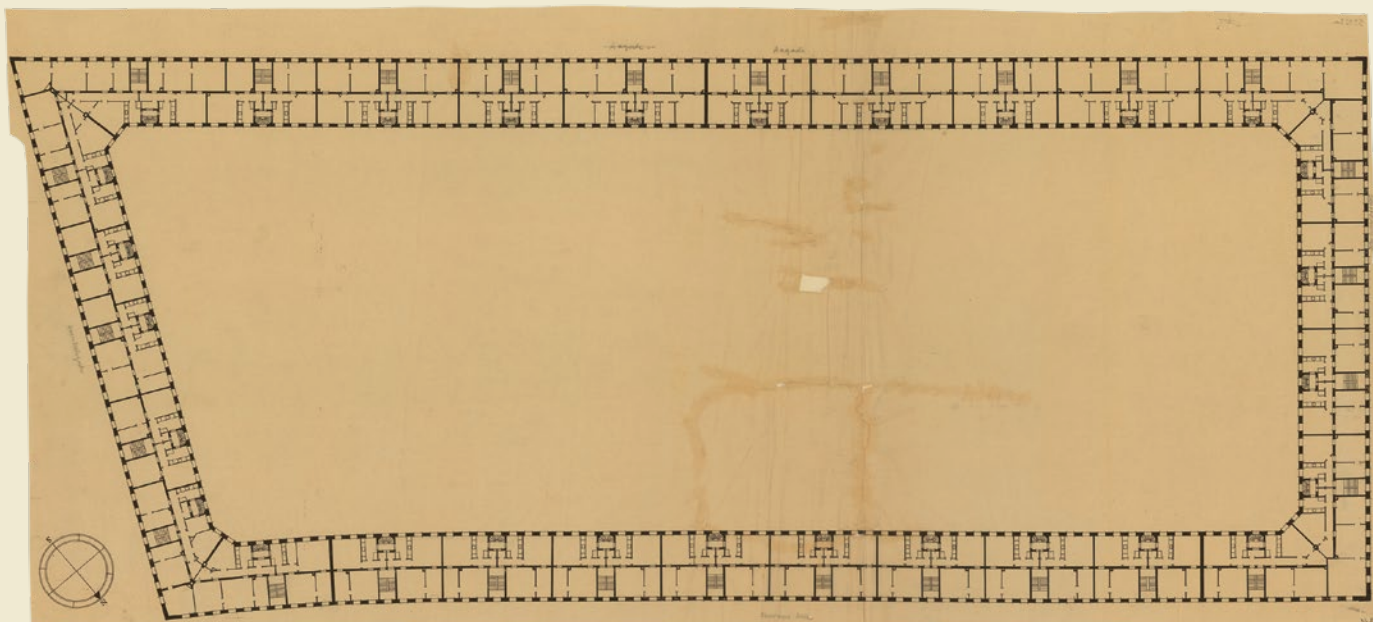


**1** Kay Fisker e Christian Holst, Karré Jagtgården, 1925 – Vista della facciata su Jagtvej.  
Fonte Royal Danish Library

## La società prima dell'individuo

Da qualche tempo critici e architetti stanno riscoprendo l'architettura danese dei primi decenni del XX secolo e il suo contributo al tema dell'alloggio collettivo. Questo rinnovato interesse ha riportato alla luce la figura di Kay Fisker (1893-1965) come protagonista, apprezzato in vita sia nel suo Paese sia all'estero.

All'interno della sua vasta produzione, una delle prime realizzazioni – l'edificio Hornbækhus (completato nel 1922) – ha acquisito ormai una dimensione iconica quale testimonianza delle politiche urbane danesi, non solo in materia di edilizia residenziale, ma anche come celebrazione della dimensione collettiva dell'abitare. Questo edificio di cinque piani, dalle facciate in mattoni rossi, presenta una serie di finestre identiche, regolarmente disposte e perfettamente



2



3

**2** Kay Fisker, Karré Hornbækhus, 1923 – Pianta di un piano tipo. La planimetria generale mostra la perfetta regolarità delle aperture. Le due scale distribuiscono in linea di principio due tipologie di alloggi di superfici differenti. In prossimità degli angoli le variazioni distributive si moltiplicano.  
Fonte Royal Danish Library

**3** Kay Fisker, Karré Hornbækhus, 1923 – Interno dell'isolato. Il vasto giardino, progettato da Gudmund Nyeland Brandt, presenta un percorso lungo le facciate, un anello composto da spazi destinati allo stenditoio, ai giochi dei bambini e a diversi depositi, definiti da pareti in legno traforate, una linea

allineate tanto in orizzontale quanto in verticale. Pur austero, possiede al contempo un carattere domestico, poiché impiega unicamente gli elementi architettonici più comuni. L'esaltazione del mattone come unico materiale costruttivo, le mille finestre identiche e la radicale riduzione degli elementi decorativi ne fanno una presenza assolutamente rimarchevole.

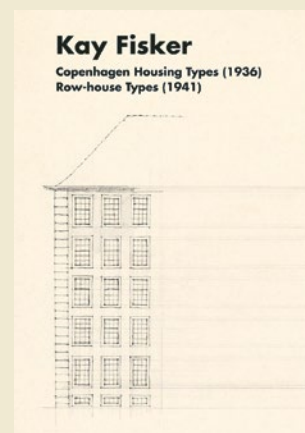
Kay Fisker realizzò altri edifici residenziali di qualità sia durante il periodo dello Statsboligfond sia dopo la fine della sua applicazione – si vedano, a questo proposito, la lunga stecca del Vestersøhus (1935-1939, con C. F. Møller) e il complesso di Dronningegården (1943-1958, con E. Kristensen). Osservando i suoi progetti – soprattutto questi due – sorprende constatare che la perfetta regolarità delle facciate non impedisce il dispiegarsi di una *mixité* tipologica a prima vista inattesa. Infatti, l'ordine

come qualità fondamentale e l'avversione per qualsiasi forma d'arbitrio hanno sempre costituito elementi fondativi della visione architettonica di Kay Fisker.

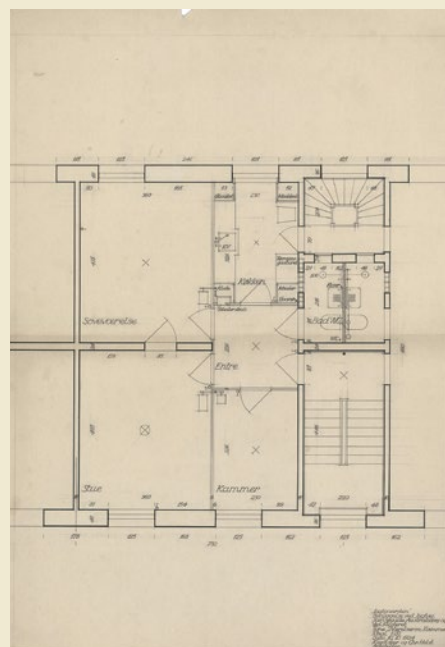
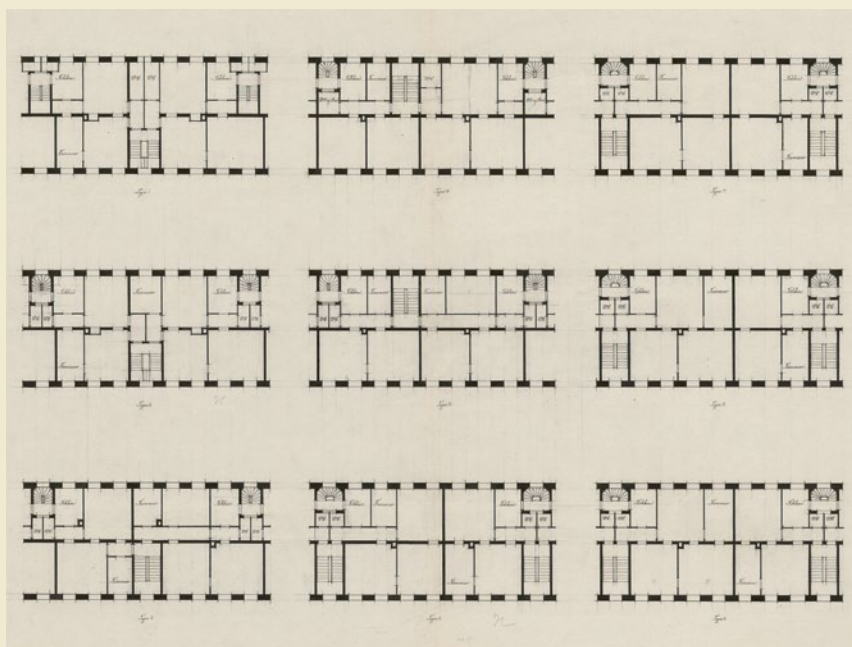
Un aspetto notevole della sua architettura è il riconoscimento implicito della dimensione urbana – dunque pubblica e collettiva – degli edifici residenziali, considerati come strumenti di rappresentazione di una società, piuttosto che celebrazioni dei singoli individui che li abitano. Inoltre, soffermandosi sul periodo dello Statsboligfond, si può constatare come il risultato dell'azione dei numerosi architetti coinvolti nella costruzione dei grandi edifici a corte sia un'architettura uniforme. Se alcuni possono giudicarla monotona, la sua ricchezza risiede nella volontà di partecipare a una medesima avventura, ma anche nelle piccole differenze, talvolta invisibili agli occhi dei non esperti. Que-

ste discrepanze minime fanno di ogni edificio una variazione su un tema condiviso, analoga all'esecuzione di una partitura già scritta.

Di conseguenza, il punto da sottolineare, quando si parla dell'esperienza di Copenhagen, non è solo la qualità indiscutibile dei progetti di Fisker, ma l'unità delle intenzioni e degli obiettivi condivisi anche dai suoi compagni di percorso,



L. Ortelli, C. Monterumisi (a cura di)  
**Kay Fisker. Copenhagen Housing Types (1936) Row-house Types (1941)**  
EPFL Press, 2025

4<sup>T</sup> 6

di cespugli e, al centro, l'ampio prato collettivo.

Al centro della facciata, uno dei due accessi diretti alla corte/giardino. Fonte Royal Danish Library

- 4** Kay Fisker, Studi distributivi, senza data. L'organizzazione degli alloggi realizzati a Copenhagen durante il periodo dello Statsboligfond è caratterizzata dall'obbligo di distribuire ogni appartamento tramite due scale. Questi studi sono finalizzati a ottenere un ritmo regolare delle aperture, garantendo al contempo unità di superficie diversa. La soluzione più spesso adottata corrisponde ai tipi 6, 8 e 9, nei quali le due scale sono allineate: la scala principale, accessibile dalla strada, e

quella secondaria, lato giardino, che funge da uscita di sicurezza e raccoglie i cavedi delle cucine e dei bagni. Fonte Royal Danish Library

- 5** Kay Fisker e Christian Holst, Karré Jagtgården, 1925 – Pianta di un alloggio tipo. L'ingresso distribuisce la camera da letto (Soveværelse), il soggiorno (Stue), una «stanzetta» (Kammer), la cucina e il bagno. La superficie netta totale è di 53.80 m<sup>2</sup>. Fonte Royal Danish Library
- 6** Kay Fisker, Karré Gullfosshus, 1932 – Vista della corte/giardino da Artillerivej. Facciata in mattoni biancastri con cornici attorno alle aperture in mattoni rossi. Le finestre delle scale sono sfalsate

rispetto a quelle degli alloggi, diversamente dal dispositivo adottato a Hombækhus e in altri edifici. Fonte Royal Danish Library

Questo articolo è stato pubblicato per la prima volta in francese su «Tracés» 12/2025.

L'article original est également disponible en français. «Kay Fisker, architecte de la ville anonyme»



in particolare durante il periodo dello Statsboligfond. L'omogeneità architettonica che caratterizza tale esperienza si contrappone con forza all'individualismo della nostra epoca. L'elevatissima qualità degli alloggi collettivi realizzati a Copenhagen un secolo fa non è dovuta esclusivamente alle capacità personali di Fisker, ma agli ideali condivisi da tutti gli architetti attivi nella stessa impresa.

Non è un caso che Kay Fisker abbia intitolato il suo ultimo saggio *Persondyrkelse eller anonymitet* (*Culto della personalità o anonimato*),<sup>2</sup> esplicitando così le proprie idee: «È un'architettura neutra e anonima quella che dovrebbe caratterizzare il nostro ambiente ed è a essa che dobbiamo sforzarci di aspirare. Una tale architettura non può sottostare alla moda né ispirarsi a grandi realizzazioni individuali: l'architettura comune deve essere «anonyma e senza tempo».

#### Note

- 1** Per maggiori informazioni sullo Statsboligfond Act e, in generale, sugli edifici residenziali di Copenhagen, si veda L. Ortell, C. Monterumisi (a cura di), Kay Fisker. Copenhagen Housing Types (1936) Row-house Types (1941), EPFL Press, 2025.
- 2** Kay Fisker, *Persondyrkelse eller anonymitet*, «Arkitekten», n. 26, 1964.



6

# Le norme contrattuali SIA sul banco di prova

**Sonja Lüthi**

specialista Servizio Regolamenti,  
sonja.luethi@sia.ch

**Gran parte delle norme contrattuali SIA è redatta dai professionisti della progettazione e della costruzione. Questo procedere permette di disporre di testi vicini alla realtà professionale ma, talvolta, non basta a soddisfare pienamente tutti i requisiti posti dagli esperti in materia giuridica.**

Ogni due anni, l'Università di Friburgo invita i professionisti attivi nel settore della progettazione e della costruzione a partecipare alle Giornate svizzere dedicate al diritto edilizio. Sin dalla prima edizione del convegno, tenutasi mezzo secolo fa, quello della collezione delle norme SIA è sempre stato uno dei temi caldi. Per cogliere il messaggio, basta una rapida occhiata ai titoli degli interventi. Si legge,



1 Giuristi o progettisti - dove pende l'ago della bilancia?

ad esempio: «C'è un nuovo arrivato», in riferimento al Regolamento per le prestazioni dei committenti SIA 101 (2021) oppure «Condizioni generali per la costruzione (CGC) – cose utili e futuri» (2023).

In linea generale, a sollevare discussioni sono le norme contrattuali. I giuristi di solito si risparmiano invece di fare apprezzamenti sulle norme tecniche. Per capirne il motivo non bisogna cercare lontano. Di fatto, mentre nell'elaborazione delle norme tecniche sono gli esperti del settore della progettazione e della costruzione ad avere voce in capitolo, e senza discussioni, quando si tratta di norme contrattuali sono coinvolti anche i giuristi. Attribuire il compito unilateralmente, cioè esclusivamente all'una o all'altra parte, sarebbe del tutto impensabile. Ed è anche bene e giusto che sia così.

## CGC – tra assensi e dissensi

Le norme tecniche valgono come regole riconosciute dell'arte edilizia e hanno valore giuridico anche senza la sottoscrizione di un accordo contrattuale. Invece, perché le norme contrattuali siano giuridicamente vincolanti, ci vuole un accordo contrattuale. Tra i rari specialisti che si destreggiano bene, tanto nell'arte edilizia quanto nell'arte della giurisprudenza, c'è Hans Briner. Di professione giurista e anche ingegnere civile, Briner ha infatti seguito da vicino la revisione di varie norme SIA ed è sempre lui che ci ha fornito molti degli esempi riportati qui di seguito. Nella collezione delle norme SIA, la mera giurisprudenza da sola non basta, Hans Briner ne è convinto. Di fatto, ciò che è essenziale, in prima battuta, è che le norme siano pratiche e funzionali. Il compito dei giuristi è quello di anticipare l'insorgere di possibili controversie, per questo motivo i contenuti dei testi giuridicamente vincolanti sono formulati nel modo più preciso ed esaustivo possibile. Una norma contrattuale desti-

nata ai professionisti attivi nel settore della progettazione e della costruzione, invece, è pensata innanzitutto per essere una base d'intesa volta a migliorare la collaborazione. Questo aspetto si palesa regolarmente, e con particolare evidenza, se consideriamo ad esempio le «Condizioni generali per la costruzione» (CGC). In origine, le CGC costituivano parte integrante delle norme, intese come «parte organizzativa», accanto alla «parte tecnica». Una buona ventina di anni fa, si è però deciso di scorporare le CGC dalle norme tecniche. Le CGC mirano a garantire che i requisiti tecnici descritti nelle norme siano soddisfatti, e per farlo tutti i protagonisti coinvolti nella costruzione di un'opera sono chiamati ad assolvere determinati obblighi. Dato che nessuno meglio dei professionisti del settore può valutare a chi assegnare tali obblighi, sono sempre i professionisti del settore a occuparsi della redazione delle CGC, per lo meno nella maggior parte dei casi. Tuttavia, poiché le CGC rappresentano delle norme contrattuali, anche i giuristi qui hanno voce in capitolo. Se viste attraverso la lente della mera giurisprudenza, risulta che le CGC non soddisfano pienamente tutti i criteri. Ad esempio, nella presentazione citata all'inizio, in riferimento all'edizione 2023 del convegno sul diritto edilizio, si critica il fatto che, nella formulazione degli obblighi che spettano al committente, non sia chiaro se si tratta di «obblighi» o piuttosto di «incombenze». Mentre per i giuristi questo è un aspetto rilevante, nel caso in cui sia necessario esprimere un giudizio in merito a eventuali conseguenze giuridiche legate a una controversia, nella realtà professionale tale distinzione non fa grande differenza, o per lo meno finora è stato così, stando ai fatti. Al contrario, le CGC hanno spesso permesso di fare chiarezza nell'ambito di controversie ricorrenti, ad esempio concretizzando,

# GAFFURI

*pavimenti e rivestimenti dal 1914*

[www.gaffuri1914.ch](http://www.gaffuri1914.ch)

nello specifico, le prestazioni accessorie comprese nel prezzo dell'opera. Ad ogni modo, non sono noti, neanche ai relatori citati, casi concreti di controversie legate alle CGC.

### Linguaggio corrente o giuridico?

Più semplice, anche se non semplice, è stato attribuire gli ambiti di competenza in occasione della revisione dei regolamenti per le prestazioni e gli onorari (RPO). A occuparsi dell'elaborazione delle «Condizioni generali contrattuali» (l'attuale articolo 1 degli RPO) è stato per lo più un gruppo di giuristi. Grazie al loro lavoro, è stato possibile non soltanto tenere conto dell'attuale giurisprudenza e dei cambiamenti legati alla gestione digitale delle informazioni, ma anche eliminare alcune lacune esistenti nella vecchia versione degli RPO. Prendiamo un esempio: ora, nella parte in cui si parla della «retribuzione», si è scelto di sostituire il termine «pagamenti in acconto» con il termine «pagamenti parziali». In questo modo si esclude che il committente richieda il rimborso di importi già versati. In altre parole, vien meno l'obbligo di notificare le ore di lavoro prestate, operazione che di fatto nella pratica è impossibile. Malgrado le diverse ottimizzazioni giuridiche apportate, è stato anche possibile semplificare il linguaggio. In alcuni casi isolati invece si sono dovute aggiungere delle precisazioni, il che ha in parte reso le formulazioni più complesse. Per capire meglio, consideriamo la disposizione in cui si fa riferimento alla forma scritta. Mentre in un passaggio dell'attuale versione degli RPO, pubblicata nel 2020, si legge: «Se convenuto per iscritto (...)», nella versione rivista questo stesso punto è stato riformulato con una costruzione più complicata che, tradotta liberamente, recita all'incirca così: «Se convenuto per iscritto oppure se convenuto mediante un qualsiasi altro mezzo idoneo a fornirne la prova, in virtù di un documento

scritto (...)». Con la revisione si introducono dunque formulazioni più esplicite, tratte dal linguaggio giuridico. Insomma, se prima, per stipulare un accordo, dal punto di vista giuridico era richiesta una firma autografa (o una firma elettronica qualificata), adesso può bastare anche un'e-mail, e da qui la necessità di riformulare il passaggio.

### Una questione di equilibrio

L'esempio menzionato evidenzia un'altra causa che spiega come mai l'odierno linguaggio giuridico sia così complesso. Dato che i testi di legge sono ammodernati il meno sovente possibile, ciò per garantire la certezza del diritto, ecco che il linguaggio giuridico, in molti casi, è antico quanto le sue stesse leggi, che risalgono a oltre un secolo fa. Nel Codice delle obbligazioni (CO), che rappresenta uno dei fondamenti delle norme contrattuali, è forte l'impronta del diritto romano. In altre parole, il linguaggio utilizzato risale in parte addirittura all'antichità. Pertanto, per la stesura delle norme contrattuali della SIA, si richiede una ponderazione costante tra leggibilità e comprensibilità da un lato, e precisione e certezza del diritto dall'altro. Non sempre una cosa esclude l'altra, ma spesso è così, ed è allora che bisogna trovare il giusto equilibrio. Per elaborare norme contrattuali pratiche, funzionali e vicine alla realtà professionale ci vogliono insomma entrambi i fronti, quello dei giuristi e quello dei professionisti che lavorano sul campo, e poi ci vuole anche una buona dose di compromesso.

### Prospettive incrociate

Il valore aggiunto apportato dalla scelta di avvalersi di entrambe le prospettive, vale a dire di coinvolgere sia i progettisti sia i giuristi, si è dimostrato di recente, e cioè durante le discussioni condotte in merito ai progetti degli RPO, posti in consultazione lo scorso novem-

bre 2024. Soprattutto per gli architetti, gli RPO rappresentano un importante strumento per trasmettere il significato della professione. Nella versione rivista dell'RPO 102 per le prestazioni e gli onorari nell'architettura, posti in consultazione, l'articolo 1.1 parla proprio dell'attività degli architetti. A questo proposito, in uno dei paragrafi si esplicita a chiare lettere che cosa comporti il mestiere dell'architetto. Si legge che l'architetto concepisce ed elabora il progetto di costruzione, stima i costi e fa la domanda di costruzione. Inoltre, allestisce i piani per la gara d'appalto, redige i capitolati che descrivono le prestazioni necessarie per la costruzione di un'opera, si occupa delle procedure di aggiudicazione e redige i contratti d'impresa.

In riferimento a questa descrizione, diversi giuristi si sono fatti avanti, facendo notare che menzionare un ventaglio di prestazioni così ampio in una base contrattuale potrebbe rivelarsi insidioso. Ad esempio, negli atti delle Giornate svizzere dedicate al diritto edilizio 2025, il professor Hubert Stöckli scrive in riferimento agli RPO: «Per quanto riguarda gli articoli 1 e 2, può darsi che le parti concordino sul fatto che la loro funzione sia meramente quella di creare un certo rullo di tamburi e che non andrebbero considerati come parte integrante del contratto. Tuttavia, e cosa molto più probabile, mentre le parti non si preoccuperebbero tanto di chiarire questo aspetto, il committente potrebbe fare riferimento all'uno o all'altro passaggio che si trova negli articoli per rivendicare qualche pretesa nei confronti del progettista».

Un'argomentazione valida che ha fatto breccia. Le commissioni SIA competenti hanno compreso il messaggio, e l'articolo sarà dunque adeguatamente rivisto.



## Il vostro partner per il fotovoltaico

Impianti fotovoltaici di piccole, medie e grandi dimensioni.  
Impianti annessi, integrati e su facciate.



www.greenkey.ch  
+41 91 630 64 91



# Tra concorso di progetto e concorso d'onorario

## L'efficacia del Planerwahl

**Pablo Valsangiacomo**

Zurigo da decenni rappresenta un esempio di rigore e consapevolezza nel garantire qualità progettuale attraverso i concorsi di architettura. Le procedure codificate dalle norme SIA vengono adottate per gli edifici nuovi, così come per ristrutturazioni e ampliamenti caratterizzati da un alto grado di progettualità.

Nel contesto della città di Zurigo emerge però regolarmente la necessità di risanare o eseguire importanti lavori di manutenzione su edifici pubblici. In questi casi il livello di progettualità è più limitato, ma si tratta pur sempre di interventi che richiedono una visione d'insieme e un coordinamento affidati a un progettista. Per tali situazioni viene impiegato uno strumento concorsuale complementare ed estremamente efficace: il «Planerwahl», letteralmente «scelta del progettista».

Questa procedura è concepita per selezionare progettisti in modo proporzionato alla complessità e all'entità dell'intervento. A differenza dei concorsi tradizionali, il Planerwahl si applica soprattutto ai progetti di ristrutturazione, risanamento e trasformazione – le cosiddette «manutenzioni complesse» – in cui il margine creativo è ridotto ma la qualità del pensiero progettuale resta determinante. L'obiettivo non è soltanto scegliere il progetto migliore, ma individuare il progettista più adatto a interpretare un compito specifico con sensibilità e competenza, senza sviluppare integralmente il progetto in fase di concorso.

Il Planerwahl si articola in due fasi. Nella prima le candidature vengono valutate sulla base delle referenze e dell'auto-certificazione; di norma, solo cinque studi sono selezionati per la fase successiva. Nella seconda fase i candidati presentano in forma anonima una proposta di soluzione su due tavole A3, riferita a un aspetto essenziale dell'opera, accompagnata da un preventivo di onorario.

Questa impostazione, leggera ma strutturata, permette di confrontare approcci concettuali e capacità di sintesi, riducendo tempi e costi di partecipazione sia per il committente sia per il progetti-

sta. L'attenzione si sposta dall'elaborazione di un progetto completo al modo in cui il professionista affronta un tema specifico. Proprio perché il margine progettuale è più contenuto, mentre gli aspetti tecnici possono risultare molto complessi, nel Planerwahl si evita di approfondire eccessivamente questi ultimi e si valorizza il processo più del prodotto, promuovendo una cultura del progetto fondata sulla qualità e sull'argomentazione.

Nella fase di preselezione i criteri riguardano la competenza e l'esperienza nella realizzazione di edifici di qualità, il rispetto del budget e la solidità del metodo di lavoro. Nella seconda fase la valutazione si concentra sugli aspetti architettonici, funzionali, economici ed ecologici della proposta.

La procedura non prevede compensi per i candidati selezionati, un aspetto che potrebbe sembrare discutibile ma che la città di Zurigo ritiene bilanciato dalla proporzionalità dell'impegno richiesto, dalla riduzione dei partecipanti e dall'elevato grado di trasparenza. Al termine di ogni selezione viene infatti redatto un rapporto pubblico contenente l'elenco delle candidature, la motivazione dell'aggiudicazione e la valutazione della giuria.

Elemento decisivo per il buon funzionamento del sistema è l'esistenza di un servizio interno specializzato nella selezione dei progettisti. Questo gruppo, composto da esperti di architettura, economia della costruzione, ingegneria civile, tecnica degli edifici ed edilizia sostenibile, prepara e supervisiona ogni procedura in collaborazione con i responsabili di progetto. I suoi membri formano, a rotazione, un comitato di selezione di cinque persone, che assicura coerenza metodologica e copertura delle competenze specialistiche necessarie.

Il sistema permette di mantenere un elevato standard qualitativo anche per gli interventi minori, evitando che la selezione dei progettisti diventi un mero atto amministrativo. L'obiettivo non è solo individuare chi si occuperà della realizzazione, ma chi saprà interpretare il compito con intelligenza progettuale e rispetto per il contesto.

Il grande merito del Planerwahl sta nel proporsi come strumento intermedio tra il concorso di progetto e il concorso d'onorario, una soluzione di compromesso tra due modalità spesso considerate antitetiche. Molte opere pubbliche assegnate tramite concorso d'onorario vengono infatti messe in discussione quando emergono aspetti progettuali che avrebbero richiesto un concorso di progetto. L'introduzione di questo strumento intermedio permette di risolvere i casi dubbi attribuendo il giusto peso sia all'o-

norario sia alla qualità della soluzione.

Nelle situazioni considerate semplici, in cui il committente non ravvisa grandi margini di progettualità e riduce il progetto a mero atto tecnico, il modello zurighese ricorda che dietro ogni intervento esiste comunque un gesto culturale, che può essere gestito in maniera pratica e trasparente.

11/2025 **MSP di idee Centro paese – fase di progetto** Balerna



Il collegio di esperti raccomanda di approfondire la proposta del Gruppo interdisciplinare (GI) n. 15

**GI n. 15** Architettura: Michele Arnaboldi Architetti, Minusio; architettura del paesaggio: Pass-age, Alban Carron & Florent Lièvre, Sion

**GI n. 4** Architettura: KCAP, Zurigo; architettura del paesaggio: Officina del Paesaggio, Lugano

**GI n. 5** Architettura: Architetti Bianchi Clerici, Bellinzona; architettura paesaggista: Studio Bürgi, Camorino

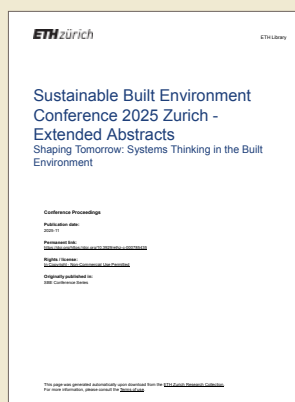
**GI n. 8** Architettura e architettura del paesaggio: Demattè Fontana Architekt:innen, Zurigo/Lugano



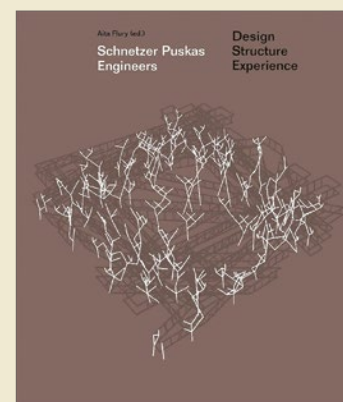
Pier Luigi Nervi  
**Costruire correttamente**  
Hoepli, Milano 1955



Alireza Bahrami  
**Sustainable Structures and Buildings**  
Springer, Cham 2024  
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-46688-5>



**Sustainable Built Environment Conference 2025**  
ETH Zürich, Zürich 2025  
<https://doi.org/10.3929/ethz-c-000785435>



Aita Flury  
**Design Structure Experience**  
Schnetzer Puskas Engineers  
gta verlag, Zürich 2013

«È evidentemente impossibile portare l'attività edilizia ad un così alto livello per cui ogni costruzione diventi un'opera d'arte, ma è nel limite delle possibilità, e sarebbe di una grande importanza morale, economica e sociale, orientare la nostra edilizia verso il pieno soddisfacimento delle caratteristiche di buona funzionalità, buon rendimento economico, serietà e compostezza estetica, in una parola verso una correttezza costruttiva dalla quale oggi siamo, troppe volte, molto lontani» scrive Pier Luigi Nervi nel 1955, nell'introduzione al suo libro, *Costruire correttamente*.

Ma che significato ha oggi costruire correttamente? In una rilettura contemporanea del suo manifesto del costruire, la postura assunta da Nervi in merito all'economia di mezzi inteso come principio progettuale si lega alla nostra attuale condizione di economia di risorse, nella quale l'ottimizzazione dei materiali si è fatta elemento imprescindibile per lo sviluppo di un progetto sostenibile. Nell'invito alla riflessione sulle condizioni che caratterizzano il palinsesto locale, emerge il lavoro di ricerca del prof. Alireza Bahrami, *Sustainable Structures and Buildings*, pubblicazione del 2024 in cui viene messa in evidenza l'interconnessione tra la progettazione architettonica, lo sviluppo ingegneristico con la sostenibilità.

A partire dalle esperienze e dalle posizioni che attraversano i diversi ambiti della costruzione, il volume raccoglie tendenze e sviluppi della ricerca contemporanea grazie al contributo di un gruppo eterogeneo di professionisti e studiosi attivi su strutture, componenti

edilizie e materiali differenti: ne emerge un quadro che affronta i temi della resilienza strutturale, del monitoraggio delle prestazioni e dell'innovazione tecnologica come condizioni necessarie per una transizione sostenibile del settore della costruzione. Rivolto a professionisti, studenti e ricercatori, il libro adotta un taglio scientifico e chiaro promuovendo nel contempo un approccio integrato alla progettazione, fondato sull'analisi del ciclo di vita, sull'ottimizzazione strutturale e sull'uso consapevole dei materiali.

Sul territorio svizzero si segnalano gli atti del recente convegno *Sustainable Built Environment Conference 2025*, svoltosi negli spazi del Politecnico federale di Zurigo dal 24 al 27 giugno. La pubblicazione restituisce l'intensità di un appuntamento che ha riunito circa 400 partecipanti provenienti da 41 paesi e 178 istituzioni, il 40% delle quali rappresentate da studenti, configurandosi come un momento di confronto internazionale tra ricerca accademica e pratica professionale sul rapporto, sempre più critico, tra costruzione e sostenibilità. Il valore della condivisione del documento emerge come pronta testimonianza di un momento nel quale diverse personalità della professione si sono messe a confronto per una condivisione aperta e un dibattito collettivo sui temi cruciali del nostro presente.

Uno sguardo diretto dalla dimensione professionale arriva poi con il volume *Design Structure Experience - Schnetzer Puskas Engineers*, una monografia sul lavoro dello studio di ingegneria basilese originariamente fondato da Heinz

Hossdorf nel 1953: il focus si sviluppa nelle voci degli stessi ingegneri, che, attraverso saggi tematici e conversazioni con la curatrice, aprono riflessioni sugli edifici sviluppati, evidenziandone gli aspetti strutturali e costruttivi del loro pensiero. Le strutture vengono lette come dispositivi di cultura prima ancora che tecnici, facendo emergere una riflessione critica sulla collaborazione interdisciplinare e sulla necessità di rendere visibile il contributo dell'ingegneria nel progetto contemporaneo. Il coinvolgimento diretto del team di ingegneri nello sviluppo del volume si individua non solo nei testi, ma anche nella scelta delle immagini proposte, che portano alla luce in più esperienze le fasi di cantiere e mettono in risalto la potenza della rappresentazione tecnica di dettaglio. Un omaggio alla forza progettuale che prende forma dapprima sul foglio, attraverso il pensiero e il disegno tecnico, e si compie poi nel cantiere, dove la struttura diventa spazio costruito e esperienza condivisa.

Sebbene le sfide del presente siano differenti e sempre più complesse rispetto a 70 anni fa, quella della sostenibilità si configura oggi non tanto come un orizzonte da inseguire ma come un criterio operativo, da integrare nel lavoro sul palinsesto esistente, dove si gioca la responsabilità di arricchire il presente. In questo senso, nelle parole di Pier Luigi Nervi sollecitando i giovani progettisti dell'Italia postbellica, emerge lo stimolo a noi necessario: «Del resto, dove trovare più entusiasmante missione?».



## Imparare a giudicare

### Un esercizio condiviso e interdisciplinare

**Cédric van der Poel**  
**Ivo Vasella**

Per la prima volta, il Prix SIA 2026 mette gli studenti al centro della valutazione: architetti e ingegneri in formazione giudicano i progetti in concorso e assegnano un premio. Sedici partecipanti, guidati da un corso preparatorio interdisciplinare, imparano a trasformare la soggettività in strumento critico, a leggere spazi, intenzioni e impatti, a confrontare prospettive diverse e a elaborare un giudizio consapevole. La scelta offre l'opportunità di uno sguardo nuovo, diretto e attuale sulla cultura della costruzione, tra curiosità, rigore e responsabilità.



## Costruire con la terra

### Localarchitecture ripensa la tradizione ad Abidjan

**Marc Frochoux**

Ad Abidjan, Costa d'Avorio, Localarchitecture realizza la residenza del primo collaboratore dell'ambasciata svizzera, coniugando architettura diplomatica e terra cruda. Vincoli climatici, culturali e tecnici guidano l'uso di materiali locali, *know-how* artigianale e strategie bioclimatiche. Spazi pubblici e privati convivono attorno a un patio centrale, mentre pilastri obliqui e motivi geometrici richiamano il modernismo regionale. L'edificio, esito di una stretta collaborazione con studi locali, valorizza il contesto, il patrimonio e la cultura costruttiva della città.



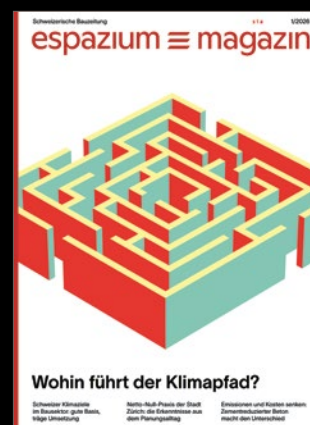
**Il prossimo numero di *spazium quaderni* 16 marzo 2026**

«SNBS e oltre | SNBS and beyond»  
disponibile dal 16 marzo 2026

**Dello stesso editore:**



**spazium revue 1/2026**  
Data centers, infrastructures  
critiques  
[spazium.ch/fr](http://spazium.ch/fr)



**spazium magazin 1/2026**  
Wohin führt der Klimapfad?  
[spazium.ch/de](http://spazium.ch/de)

OFFICINE  
**GHIDONI**  
RIAZZINO

## Costruzioni in acciaio d'eccellenza

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
- Protezioni foniche
- Tecnica stradale e ferroviaria
- Design e arredo urbano

**RIUTILIZZIAMO E RIGENERIAMO  
STRUTTURE ESISTENTI PER DARE  
NUOVA VITA ALL'ACCIAIO.**

Costruiamo con  
**ECOACCIAIO**  
riciclato al 100%



Stefano Milan, Andrea Nardi

# Pondero, ergo sum



Oggi inauguriamo la stagione di *espazium quaderni*. Le riflessioni sul cambio di nome e sulla strategia della casa editrice restano nel 2025, insieme all'ultimo numero di *Archi*.

Solo poche righe per riprendere il filo del discorso e ribadire il nostro impegno per la progettazione: come indica il nuovo sottotitolo, la rivista guarda alla *cultura del progetto e della costruzione*. Una cultura che si esprime in modo trasversale, parlando la lingua dell'architettura e dell'ingegneria, del paesaggio e della pianificazione, modulando ogni volta il tono del discorso. Questo numero pone al centro un tema universale e concreto: il «peso» della costruzione, figurato e reale, osservato attraverso l'occhio dell'ingegneria. Costruire è un atto di responsabilità verso la comunità. Oggi lo è in modo evidente: ogni progetto incide sulle risorse del pianeta, consuma materia, energia e tempo, e richiede decisioni misurate. La scelta dei materiali, la quantità impiegata e la loro durata non sono variabili secondarie, ma strumenti di progetto. Una pratica consapevole determina possibilità, stabilisce limiti e orienta il progetto verso una *vitruviana bellezza*. Strutture leggere o massicce, sospese o saldamente ancorate al suolo, raccontano il dialogo tra calcolo, esperienza fisica e intuizione progettuale.

L'ingegneria strutturale è un raffinato esercizio di *statica*. Lo dimostrano molte opere del passato che continuano a interrogarci sul senso del «buon costruire»: opere in cui misura, rigore ed economia dei mezzi producono qualità che potremmo definire *classiche*, in un'accezione razionale, asciutta eppure sorprendentemente libera. È una lezione che nasce da un pensiero ingegneristico maturo, capace di assumere la tecnica come conoscenza e non come repertorio di soluzioni automatiche. Oggi più che mai, tale pensiero deve intrecciarsi con un discorso umanistico, correggendo una visione riduttiva che affida a numeri e norme l'intero giudizio sul progetto. Le strategie ingegneristiche contemporanee consentono di ridurre spessori, affinare geometrie e usare materiali con precisione: il progetto diventa così un laboratorio in cui funzione e durata sono messe alla prova, e ogni scelta tecnica assume una dimensione etica, lasciando tracce nello spazio che abitiamo. Il lavoro di Toni «El Suizo» Rüttimann offre un esempio illuminante: i suoi ponti sospesi, costruiti con materiali di recupero e con il coinvolgimento diretto delle comunità locali, mostrano come costruzione e responsabilità possano coesistere. La qualità del costruito nasce dall'incontro tra ciò che serve, ciò che dura e ciò che può trasformarsi. Il «peso» della costruzione diventa quindi una lente per osservare la professione oggi, un invito a tenere insieme tecnica, spazio e responsabilità.



This issue marks the launch of the *espazium quaderni* season. As we move into 2025, the transition from the final issue of *Archi* invites a broader reflection on our strategy

and evolution as a publisher. A few opening lines are enough to restate our commitment to design: as the new subtitle makes clear, the journal explores the *culture of design and construction*. A culture that transcends disciplines, speaking the language of architecture, engineering, landscape, and planning, adapting its voice to each. This issue focuses on a theme both universal and tangible: the «weight» of construction, both figurative and real, observed through the lens of engineering. Building is an act of responsibility towards the community. This has never been more evident: every project impacts the planet's resources, consuming matter, energy, and time, demanding measured decisions. The choice of materials, their quantity, and their durability are not secondary variables, but fundamental design tools. A conscious practice defines what is possible, sets limits, and guides the project towards a kind of *Vitruvian beauty*. Light or massive, suspended or firmly anchored to the ground, these structures speak of a dialogue between calculation, physical experience, and design intuition.

Structural engineering is a refined exercise in *statics*. This is proven by the many historical works that continue to challenge our understanding of «good building»: works in which measure, rigour, and economy of means produce qualities that are *classical* in their rationality and restraint, yet remains surprisingly free. It is a lesson born of mature engineering thought, able to treat technique as knowledge

rather than a mere catalogue of automatic solutions. Today more than ever, this approach must be woven together with humanistic discourse, correcting a reductive view that entrusts the judgement of a project solely to numbers and standards. Contemporary engineering allows us to reduce thickness, refine geometries, and use materials with absolute precision: the project thus becomes a laboratory where function and durability are tested, and every technical choice takes on an ethical dimension, leaving a lasting mark on the space we inhabit. The pioneering work of Toni «El Suizo» Rüttimann offers an illuminating example: his suspended bridges, built with reclaimed materials and the direct involvement of local communities, show how construction and responsibility can coexist. The quality of the built environment arises from the meeting of what is needed, what lasts, and what can be transformed. The «weight» of construction is therefore a lens through which to observe the profession today: an invitation to reconcile technique, space, and responsibility.



involvement of local communities, show how construction and responsibility can coexist. The quality of the built environment arises from the meeting of what is needed, what lasts, and what can be transformed. The «weight» of construction is therefore a lens through which to observe the profession today: an invitation to reconcile technique, space, and responsibility.

Valeria Gozzi, Claudio Martani

# Strutture a impatto misurabile



Negli ultimi anni, la sostenibilità ha smesso di essere un tema accessorio dell'architettura per diventare una questione centrale dell'ingegneria strutturale. La progressiva

decarbonizzazione del settore delle costruzioni, la scarsità di risorse primarie e la necessità di estendere la vita utile delle infrastrutture esistenti hanno portato a un cambiamento sostanziale del quadro tecnico e culturale. In Svizzera, questo processo si manifesta in modo particolarmente evidente: la tradizione di rigore costruttivo e la qualità del patrimonio infrastrutturale offrono un terreno fertile per sperimentare nuovi modelli di sostenibilità, in cui la struttura è concepita come un sistema tecnico, ambientale e sociale integrato.

La ricerca più recente mostra come la sostenibilità strutturale non possa più essere ridotta a un esercizio di efficienza o a una valutazione energetica post-progetto. Essa rappresenta oggi un vero e proprio paradigma operativo, fondato su un pensiero sistemico e interdisciplinare. La logica del *life cycle thinking* entra stabilmente nel processo ingegneristico, ridefinendo i concetti di durabilità, adattabilità e reversibilità. Le strutture non sono più concepite come entità statiche destinate a rimanere invariate, ma come organismi tecnici capaci di evolvere, trasformarsi e integrarsi nel tempo con il loro contesto.

Questo passaggio si fonda su tre direttrici di ricerca e applicazione che emergono con forza dal dibattito tecnico contemporaneo. La prima riguarda il rapporto tra materia e territorio. L'attenzione crescente alle risorse locali e ai materiali rigenerativi, dalla pietra naturale ai composti a base biogena, dai calcestruzzi con leganti alternativi ai componenti riutilizzati, mostra come la scelta del materiale strutturale sia anche una scelta territoriale ed economica. La sostenibilità non dipende solo dall'impatto ambientale diretto, ma dalla coerenza con le filiere, le tecniche e le culture costruttive locali. Progetti sperimentali condotti in ambito accademico e professionale in Svizzera hanno dimostrato la validità di un approccio bioregionale alla progettazione strutturale, in cui la conoscenza dei cicli di materia e delle economie di scala diventa parte integrante del calcolo e del dimensionamento.

La seconda direttrice riguarda la circolarità. L'applicazione dei principi di *design for disassembly* e *adaptive reuse* consente oggi di concepire le strutture come sistemi reversibili (*design for reuse*), predisposti a modifiche d'uso e a smontaggi selettivi, di proporre nuove soluzioni progettuali utilizzando materiali derivanti da cicli precedenti (*design from reuse*) e di progettare per la longevità considerando le incertezze di lungo termine (*future-ready design*).

In Svizzera, numerose sperimentazioni in ambito accademico e industriale hanno mostrato come la progettazione di nodi meccanici, connessioni a secco e moduli ripetibili permetta di ridurre in modo significativo il consumo di risorse nel lungo periodo, mantenendo invariati i livelli di sicurezza strutturale. Le linee guida europee EN 15978 e le raccomandazioni SIA si inseriscono in questa direzione, fornendo un quadro metodologico che integra le valutazioni ambientali con le verifiche strutturali e con la gestione del

# Structures with Measurable Impact



In recent years, sustainability has ceased to be a peripheral concern in architecture and has become a central issue in structural engineering. The progressive decarbon-

ization of the construction sector, the scarcity of primary resources, and the need to extend the service life of existing infrastructure have led to a substantial shift in both technical and cultural frameworks. In Switzerland, this process is particularly evident: the tradition of constructional rigor and the quality of the infrastructural heritage provide fertile ground for experimenting with new models of sustainability, in which the structure is conceived as an integrated technical, environmental, and social system.

Recent research demonstrates that structural sustainability can no longer be reduced to an exercise in efficiency or a post-project energy assessment. Today, it constitutes a true operational paradigm, grounded in systemic and interdisciplinary thinking. The logic of «life cycle thinking» has become embedded in the engineering process, redefining concepts of durability, adaptability, and reversibility. Structures are no longer conceived as static entities meant to remain unchanged, but as technical organisms capable of evolving, transforming, and integrating with their context over time.

This shift rests on three principal research and application directions that emerge strongly from contemporary technical debate. The first concerns the relationship between material and territory. The increasing focus on local resources and regenerative materials – from natural stone to biogenic composites, from concretes with alternative binders to reused components – demonstrates that the choice of structural material is also a territorial and economic decision. Sustainability depends not only on direct environmental impact, but on coherence with local supply chains, construction techniques, and cultural practices. Experimental projects in both academic and professional contexts in Switzerland have validated a bioregional approach to structural design, in which knowledge of material cycles and economies of scale becomes an integral part of calculation and dimensioning.

The second direction pertains to circularity. Applying principles of design for disassembly and adaptive reuse now allows structures to be conceived as reversible systems (design for reuse), prepared for changes in use and selective dismantling, to explore new design solutions using materials derived from previous cycles (design from reuse), and to plan for longevity while accounting for long-term uncertainties (future-ready design).

In Switzerland, numerous academic and industrial experiments have shown that designing mechanical nodes, dry connections, and repeatable modules can significantly reduce resource consumption over the long term while maintaining structural safety standards. European guidelines such as EN 15978 and SIA recommendations support this approach, providing a methodological framework that integrates environmental assessments with structural verification and lifecycle management. Digital manufacturing, robotic disassembly, and AI-assisted design experiments



ciclo di vita dell'opera. Numerose sono anche le sperimentazioni di *digital manufacturing*, *robotic disassembly* e *AI-assisted design* che mostrano come sia possibile fare leva sulle trasformazioni tecnologiche in corso per facilitare l'utilizzo di materiali di riuso nelle nuove costruzioni e la progettazione di strutture flessibili, resilienti e *responsive*, in grado di massimizzare il beneficio netto tra il rischio sulle prestazioni e i costi (economici, sociali e ambientali) di gestione nel lungo periodo. Questi approcci sono promossi attraverso lo sviluppo di adeguate stime probabilistiche, utili a valutare il bilanciamento ottimale dei benefici netti tra diverse soluzioni progettuali e gestionali (*real-option analysis*).

La terza direttrice è di ordine infrastrutturale e gestionale. Ponti, gallerie, dighe, viadotti e opere idrauliche costituiscono la parte più consistente dell'impronta materiale del costruito. Intervenire su queste strutture esistenti significa affrontare la sostenibilità nel suo livello più profondo: quello della gestione delle risorse già incorporate. Le più recenti strategie di manutenzione programmata e di *asset management* in Svizzera, promosse anche a livello federale, introducono criteri di valutazione basati sul rischio, sulla durabilità e sulla compatibilità ambientale. In alcuni casi, gli interventi di rinforzo e di riuso parziale di strutture esistenti hanno dimostrato una riduzione fino al 70% delle emissioni complessive rispetto alla ricostruzione ex novo. Questi risultati non derivano da soluzioni sperimentali isolate, ma da un cambio sistemico di approccio: il progetto strutturale è oggi concepito come un processo continuo di adattamento, monitoraggio e manutenzione.

Accanto alla dimensione tecnico-scientifica, la sostenibilità strutturale pone anche questioni di natura culturale e formativa. La complessità del costruito contemporaneo richiede figure professionali capaci di gestire simultaneamente dati ambientali, vincoli normativi, requisiti funzionali e dinamiche sociali. La formazione dell'ingegnere deve

**1 Brauen Wälchli Architectes, Perret Gentil, Yverdon-les-Bains 2024.** La Passerelle des Cigarières utilizza materiali a basso impatto e soluzioni strutturali rigenerative per minimizzare emissioni e sfruttare risorse locali, integrando durabilità, recuperabilità e circolarità nei criteri progettuali. Foto Ariel Huber

**1 Brauen Wälchli Architectes, Perret Gentil, Yverdon-les-Bains 2024.** The Passerelle des Cigarières in uses low-impact materials and regenerative structural solutions to minimize emissions and make use of local resources, integrating durability, recoverability, and circularity into its design criteria. Photo Ariel Huber

further demonstrate how ongoing technological transformations can facilitate the use of reclaimed materials in new construction and the creation of flexible, resilient, and responsive structures, capable of maximizing net benefit between performance risk and long-term management costs (economic, social, and environmental). These approaches are reinforced through the development of probabilistic estimates, useful for assessing the optimal balance of net benefits among different design and management solutions (Real-option analysis).

The third direction concerns infrastructure and asset management. Bridges, tunnels, dams, viaducts, and hydraulic works constitute the bulk of the material footprint of the built environment. Intervening on these existing structures addresses sustainability at its deepest level: the management of already embedded resources. Recent strategies for scheduled maintenance and asset management in Switzerland, also promoted at the federal level, introduce evaluation criteria based on risk, durability, and environmental compatibility. In some cases, reinforcement and partial reuse of existing structures have demonstrated reductions of up to 70% in total emissions compared to reconstruction from scratch. These outcomes do not result from isolated experimental solutions, but from a systemic change in approach: structural design is now conceived as a continuous process of adaptation, monitoring, and maintenance.

quindi integrare conoscenze ambientali e territoriali, al pari della meccanica e della tecnologia dei materiali. Le esperienze didattiche più avanzate, sviluppate nelle scuole di architettura e ingegneria svizzere, mostrano una tendenza a sostituire l'approccio lineare del «progetto finito» con un approccio ciclico, in cui il progetto diventa un processo di apprendimento continuo. L'obiettivo non è più formare specialisti della resistenza, ma interpreti della complessità ambientale e tecnica.

In questo scenario, la sostenibilità strutturale non si limita a introdurre nuovi materiali o a ridurre emissioni: ridefinisce il significato stesso del costruire. La stabilità, che per secoli è stata il principio guida della disciplina, è ora accompagnata da concetti di adattabilità, reversibilità e trasparenza ambientale. La durabilità non è più legata solo alla capacità di resistere al tempo, ma alla possibilità di attraversarlo con minimo spreco di materia e massimo valore d'uso. Le strutture diventano dispositivi dinamici, progettati per reagire alle variazioni del contesto climatico e sociale. Le nuove tecnologie di monitoraggio, sensorizzazione e *digital twin* consentono una conoscenza in tempo reale dello stato strutturale, aprendo la strada a modelli predittivi di manutenzione e a decisioni di intervento basate su dati oggettivi.

Tuttavia, non si tratta soltanto di una questione di strumenti. È, più in profondità, una questione che riguarda il modo in cui la disciplina costruisce, interpreta e legittima i propri criteri di conoscenza. Se la sostenibilità architettonica si misura nella qualità dell'abitare, quella ingegneristica si misura nella capacità di mantenere e rigenerare il territorio. Ogni struttura, un ponte, una galleria, una passerella, una diga, rappresenta un atto di fiducia collettiva: garantisce connessione, sicurezza e continuità. La sua sostenibilità si manifesta nel grado di equilibrio che riesce a stabilire tra efficienza tecnica e impatto ambientale, tra durata e reversibilità, tra costo materiale e valore pubblico.

Il futuro della disciplina si definirà nella capacità di rendere questa complessità misurabile. Gli strumenti normativi e i modelli di valutazione ambientale, come l'LCA strutturale, permettono già oggi di quantificare in modo oggettivo le prestazioni di sostenibilità. Ma la vera sfida è culturale: integrare questi criteri nel processo decisionale, affinché la sostenibilità non sia un obiettivo a valle, bensì un principio di progetto.

La ricerca in corso in Svizzera, che unisce accademia, enti pubblici e pratica professionale, mostra che questa trasformazione è già in atto. Si tratta di una transizione non solo tecnologica, ma cognitiva: un cambiamento del modo stesso di concepire la struttura come componente di un ecosistema tecnico e ambientale più ampio.

La sostenibilità strutturale, intesa in questo senso, non è un'estensione della sostenibilità architettonica, ma la sua base materiale e metodologica. Essa unisce rigore analitico e consapevolezza territoriale, dati e interpretazione, tecnica e cultura.

Costruire oggi non significa soltanto rispondere a un bisogno funzionale o normativo, ma contribuire attivamente alla qualità ambientale e sociale del territorio. In questa prospettiva, l'ingegneria strutturale non perde la sua identità scientifica; al contrario, la rafforza, riaffermando il proprio ruolo centrale nel costruire un futuro sostenibile per il costruito e per le infrastrutture del Paese.

Beyond the technical-scientific dimension, structural sustainability also raises cultural and educational questions. The complexity of contemporary construction demands professionals capable of simultaneously managing environmental data, regulatory constraints, functional requirements, and social dynamics. Engineering education must therefore integrate environmental and territorial knowledge alongside mechanics and material technology. Advanced educational experiences developed in Swiss schools of architecture and engineering show a trend toward replacing the linear approach of the «finished project» with a cyclical one, where design becomes a continuous learning process. The aim is no longer to train specialists in resistance, but interpreters of environmental and technical complexity.

In this context, structural sustainability does not merely introduce new materials or reduce emissions: it redefines the very meaning of building. Stability, long the guiding principle of the discipline, is now accompanied by concepts of adaptability, reversibility, and environmental transparency. Durability is no longer solely about withstanding time, but about navigating it with minimal material waste and maximum functional value. Structures become dynamic devices, designed to respond to changing climatic and social contexts. New monitoring, sensor, and *digital twin* technologies enable real-time knowledge of structural condition, paving the way for predictive maintenance models and intervention decisions based on objective data.

However, this is not merely a question of tools. At a deeper level, it concerns how the discipline constructs, interprets, and legitimizes its own criteria of knowledge. While architectural sustainability is measured by the quality of inhabitation, engineering sustainability is measured by the capacity to maintain and regenerate the territory. Each structure – a bridge, tunnel, walkway, or dam – represents an act of collective trust: ensuring connection, safety, and continuity. Its sustainability is expressed in the balance it achieves between technical efficiency and environmental impact, between longevity and reversibility, and between material cost and public value.

The future of the discipline will be defined by the ability to make this complexity measurable. Regulatory tools and environmental assessment models, such as structural LCA, already allow objective quantification of sustainability performance. Yet the true challenge is cultural: integrating these criteria into the decision-making process, so that sustainability is not a downstream goal, but a design principle.

Ongoing research in Switzerland, uniting academia, public authorities, and professional practice, shows that this transformation is already underway. It is not only a technological transition, but a cognitive one: a change in the very way structures are conceived as components of a broader technical and environmental ecosystem.

Structural sustainability, understood in this sense, is not an extension of architectural sustainability, but its material and methodological foundation. It combines analytical rigor with territorial awareness, data with interpretation, technique with culture.

To build today is not merely to respond to functional or regulatory requirements, but to actively contribute to the environmental and social quality of the territory. In this perspective, structural engineering does not lose its scientific identity; on the contrary, it strengthens it, reaffirming its central role in shaping a sustainable future for the built environment and the nation's infrastructure.

Claudio Martani, Catherine De Wolf

## Circolarità e *future-ready design*

Per un ambiente costruito sostenibile



Le costruzioni e le infrastrutture sono progettate per durare decenni. Sebbene questa longevità sia spesso auspicabile, espone inevitabilmente alla sfida dell'in-

certezza circa il modo in cui tali opere verranno utilizzate in futuro. Cambiamenti nei bisogni sociali (ad esempio, la crescente diffusione del lavoro da remoto), sviluppi tecnologici (come l'espansione dell'*e-commerce* a scapito del commercio tradizionale), dinamiche urbane (ad esempio l'impatto potenziale, seppur incerto, dei veicoli a guida autonoma sulla mobilità) e condizioni ambientali (come il cambiamento climatico) possono rendere obsoleta o inadeguata nel tempo la funzione originaria di un'opera.

Questa incertezza intrinseca comporta spesso la necessità di interventi di adattamento attraverso modifiche, riusi o anche parziali demolizioni e ricostruzioni. Tuttavia, ogni intervento sull'ambiente costruito ha conseguenze significative su tutte le dimensioni della sostenibilità: economica, sociale e ambientale. I costi possono essere rilevanti, gli impatti sulle comunità considerevoli, e quelli ambientali – come il consumo di materiali, la produzione di rifiuti e le emissioni di gas serra (GHG) – notevoli. L'industria edile svizzera è responsabile di circa un terzo delle emissioni nazionali<sup>1</sup> di GHG, e il settore delle costruzioni e demolizioni genera l'80% dei rifiuti del Paese.<sup>2</sup>

Una delle principali sfide nello sviluppo di un ambiente costruito sostenibile consiste nel fatto che, pur operando in contesti incerti e in continua evoluzione, la capacità di adattamento di edifici e infrastrutture viene determinata in gran parte già nella fase di progettazione. Ciò rende la progettazione per un futuro incerto un'attività ad alto rischio, spesso generatrice di soluzioni miopi: opere che rispondono perfettamente alle condizioni attuali ma non sono in grado di funzionare efficacemente al variare delle circostanze.<sup>3</sup>

Per affrontare questa sfida, è necessaria una strategia duplice. In primo luogo, le costruzioni e le infrastrutture dovrebbero essere concepite per ridurre al minimo la necessità di interventi nel corso della loro vita utile. In secondo luogo, quando gli adattamenti risultano inevitabili, essi dovrebbero essere realizzati contenendo i costi economici, limitando le perturbazioni sociali e minimizzando l'impatto ambientale.

A sostegno di questi obiettivi, negli ultimi anni sono emersi due filoni di ricerca complementari nel settore delle costruzioni. Il primo è il *future-ready design* (o «ingegneria strategica»), che esplora come ottimizzare la progettazione iniziale di opere a lunga durata per ridurre l'impatto e lo sforzo richiesti da futuri interventi, massimizzando al contempo i benefici netti di lungo periodo per tutti gli *stakeholder*. Il secondo è la circolarità, che mira a ridurre l'impronta ambientale degli interventi promuovendo riuso, adattabilità ed effi-

## Circularity in *future-ready design*

For a sustainable built environment



Construction and infrastructure are designed to last for decades. While this longevity is often desirable, it also exposes them to the inevitable challenge of uncer-

tainty about how they will be used in the future. Shifts in societal needs (e.g., the growing adoption of remote work), technological advancements (e.g., the rise of *e-commerce* over physical retail), urban dynamics (e.g., the potential but uncertain impact of autonomous vehicles on traffic patterns), and environmental conditions (e.g., climate change) can render a construction project's original function obsolete or inadequate over time.

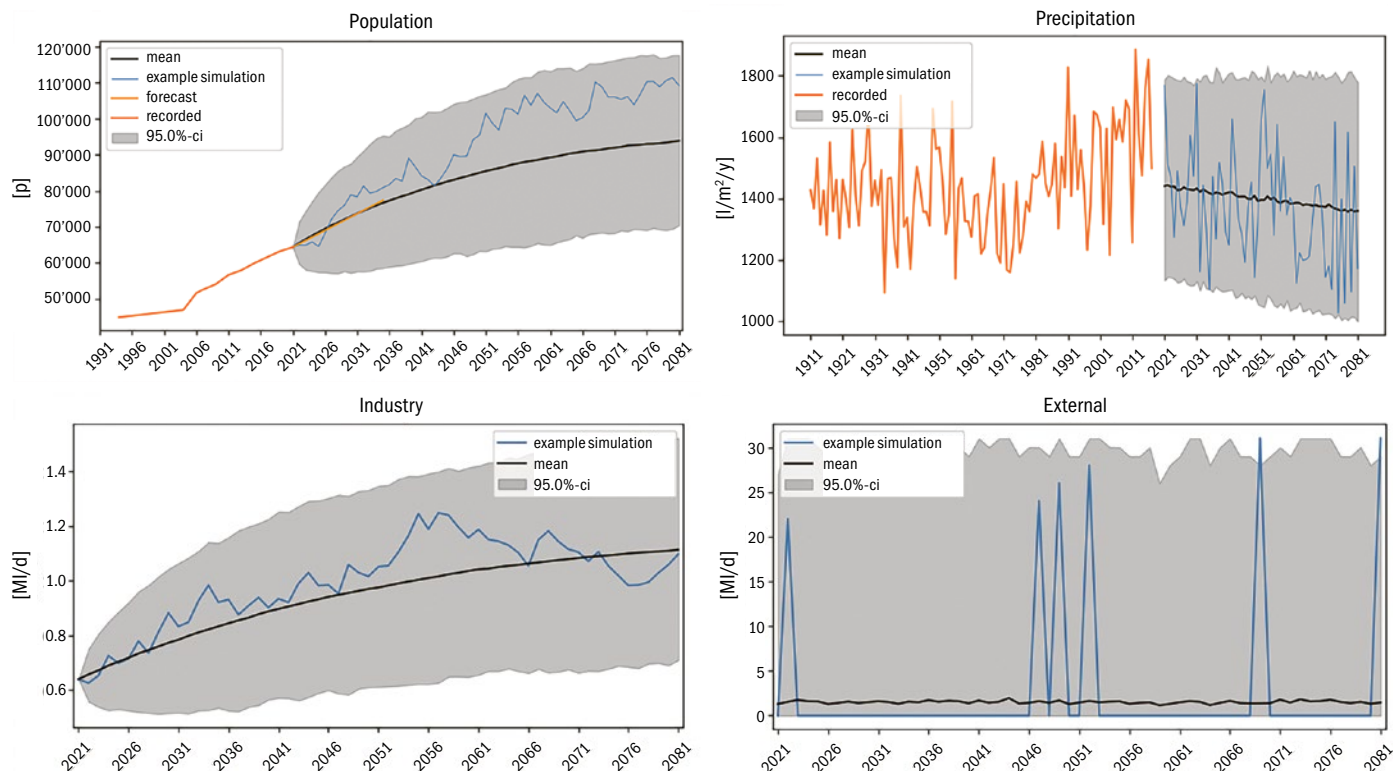
This inherent uncertainty frequently leads to the need for adaptation through modifications, repurposing, or even partial demolition and reconstruction. However, any intervention in the built environment tends to have significant implications across all dimensions of sustainability: economic, social, and environmental. Costs can be substantial, impacts on communities may be considerable, and environmental impacts, such as material consumption, waste generation, and greenhouse gas (GHG) emissions, can be severe. The Swiss building industry is responsible for about one third of national GHG emissions<sup>1</sup> and the construction and demolition is responsible for 80% of the waste in Switzerland.<sup>2</sup>

One of the key challenges in developing a sustainable built environment is that, despite operating in evolving and uncertain contexts, the adaptability of construction and infrastructure is largely determined during the design phase. This makes designing for an uncertain future a high-risk endeavour, often resulting in myopic solutions, i.e., assets that respond precisely to current conditions but fail to perform under changing circumstances.<sup>3</sup>

To address this, a twofold strategy is essential. First, construction and infrastructure should be designed to minimize the need for interventions throughout their lifespan. Second, when adaptations are required, they should be implemented in ways that limit economic costs, reduce social disruption, and minimize environmental impact.

To support these goals, two prominent and complementary research streams have recently emerged in the construction industry. The first is *future-ready design* (also known as strategic engineering), which explores how to optimize the initial design of long-lasting assets to reduce the effort and impact of potential future interventions, while maximizing the long-term net benefits for all stakeholders. The second is circularity, which focuses on reducing the environmental burden of interventions by promoting reuse, adaptability, and material efficiency throughout the lifecycle of the built environment.<sup>4</sup>

In fact, *future-ready design* and circularity integrate conceptually. Both aim to ensure that built assets remain valuable and functional for as long as possible while minimizing waste and emissions. The difference lies mainly in



**1** Esempio di modello di incertezza per la popolazione (in alto a sinistra), le precipitazioni (in alto a destra), la domanda industriale (in basso a sinistra) e la domanda esterna (in basso a destra), utilizzato per l'ottimizzazione dei sistemi di approvvigionamento idrico. I grafici evidenziano chiaramente come la domanda, guidata sia dalla crescita della popolazione sia dallo sviluppo industriale, sia destinata ad aumentare, mentre i modelli di precipitazione risultano altamente variabili e mostrano, in generale, una tendenza negativa. In tutti gli scenari, l'incertezza associata è significativa. Fonte cfr. nota 13

**1** Example of uncertainty model of population (top left), precipitation uncertainties (top right), industry demand (bottom left) external demand (bottom right), for the optimization of water supply systems. The graphs clearly indicate that demand, driven by both population growth and industrial development, is projected to increase, whereas precipitation patterns are highly variable and show a generally negative trend. In all scenarios, the associated uncertainty is substantial. Source cf. note 13

cienza dei materiali lungo l'intero ciclo di vita dell'ambiente costruito.<sup>4</sup>

In effetti, *future-ready design* e circolarità si integrano concettualmente. Entrambi mirano a garantire che le opere costruite restino funzionali e preservino il loro valore il più a lungo possibile, minimizzando al contempo la produzione di rifiuti ed emissioni. La differenza risiede soprattutto nel focus: il *future-ready design* si concentra sull'adattabilità a cambiamenti esterni (tecnologici, climatici o sociali), mentre la circolarità mira a rallentare, restringere, chiudere e rigenerare i cicli dei materiali, prolungando la vita fisica delle risorse nell'ambiente costruito.<sup>5</sup> Il *future-ready design* può dunque essere considerato un fattore strategico abilitante per la circolarità: progettare opere capaci di evolversi ed evitare demolizioni premature è infatti pienamente coerente con il pensiero circolare nello sviluppo di un ambiente costruito sostenibile. Nei paragrafi seguenti vengono presentati una panoramica dei contributi di ricerca più recenti in entrambi i campi, esempi pratici e alcune direzioni per ulteriori sviluppi.

### Future-ready design

Il *future-ready design* è un ambito di ricerca emergente nell'architettura e nell'ingegneria civile che si concentra sullo sviluppo e sulla valutazione di alternative progettuali in un contesto segnato da incertezza di lungo periodo e dai suoi effetti sugli *stakeholder*.

Questo approccio prevede la modellazione dei servizi che una costruzione o un'infrastruttura deve garantire a tutti gli attori coinvolti e l'identificazione e caratterizzazione delle incertezze esogene, ossia fattori esterni all'opera che non possono essere previsti o mediati con affidabilità nel

focus and scope: future-ready design emphasizes adaptability to external changes such as technological, climatic, or societal shifts, while circularity focuses on slowing, narrowing, closing, and regenerating material loops to extend the physical lifespan of resources within the built environment.<sup>5</sup> Future-ready design can be seen as a strategic enabler of circularity, as designing assets that can evolve and avoid premature demolition is inherently aligned with circular thinking in the development of a sustainable built environment. In the following sections, we present an overview of recent research contributions in both fields, illustrating practical examples and outlining key directions for future investigation.

### Future-ready design

Future-ready design is an emerging research domain within architecture and civil engineering that focuses on developing and evaluating design alternatives in the context of long-term uncertainty and its impact on stakeholders.

This approach involves modelling the services a construction or infrastructure must provide to all involved stakeholders and identifying and characterizing exogenous uncertainties, i.e., factors external to the asset that cannot be reliably predicted or averaged over time (such as the demographic dynamics, the price of energy or the development of new technologies). A set of design candidates are then generated to cope with these uncertainties. These design alternatives are then assessed through scenario-based simulations to evaluate their performance across a range of possible futures. The goal is to identify which design solution ensures the best performance for all stakeholders, de-

tempo (come dinamiche demografiche, prezzo dell'energia o sviluppo tecnologico). A partire da queste incertezze viene generato un insieme di soluzioni progettuali alternative. Queste vengono poi valutate tramite simulazioni basate su scenari, allo scopo di analizzarne le prestazioni in una gamma di futuri possibili. L'obiettivo è individuare quale soluzione assicuri le migliori prestazioni complessive per tutti gli *stakeholder*, nonostante l'inevitabile incertezza del futuro. Di seguito si presenta una sintesi delle fasi principali del processo.

Il percorso inizia con la modellazione del servizio. È un passaggio fondamentale perché stabilisce le metriche con cui valutare ogni proposta progettuale e richiede una comprensione approfondita del funzionamento previsto dell'opera nel periodo considerato. Si sviluppa quindi un modello statico del sistema. Questo modello assume la forma di una funzione obiettivo, ossia una formulazione matematica delle finalità degli *stakeholder*, strutturata per descrivere come la costruzione o l'infrastruttura fornisca i propri servizi. La funzione si basa su una gerarchia definita di costi e su principi utilitaristici, sintetizzando in un'unica unità di misura le conseguenze economiche, ambientali e sociali di qualunque riduzione del servizio. In questo modo è possibile indivi-

spite the inherent uncertainty of the future. A brief overview of the key steps involved is provided below.

The process begins with modelling the service. This is a foundational step as it sets the metrics for evaluating any design proposal and it involves gaining a comprehensive understanding of how the assets is intended to function over the investigated time period. A static model of the system is then developed. This model takes the form of an objective function, i.e., a mathematical formulation of the objective of all involved stakeholders, designed to reflect how the construction or infrastructure delivers its services. The function is structured around a defined cost hierarchy and is based on utilitarian principles, capturing all economic, environmental, and social consequences of any service reduction using a common unit of measurement. This approach allows for the identification of an optimal balance between costs and benefits, while avoiding the need for weighting between different types of impacts.

The next step is the identification and characterization of exogenous uncertainties. This involves determining which parameters within the objective function could significantly influence service delivery if they were to change. These potential changes are assessed in relation to the un-

**2** Esempi di possibili interventi per l'ampliamento di un'autostrada (a sinistra) e delle possibili strategie per adattare il progetto flessibile in caso di variazione delle condizioni (a destra). I candidati all'intervento comprendono: un Progetto Tradizionale (TD), dimensionato solo per le esigenze attuali; un Progetto a Corsie Separate (SD), predisposto per accogliere corsie distinte per veicoli autonomi e guidati da persone; un Progetto Massimo (MD), dimensionato per la capacità massima prevista e in grado di ospitare entrambi i tipi di veicoli; e un Progetto Flessibile (FD), progettato per le esigenze correnti ma predisposto per un'espansione futura, includendo corsie separate se la quota di veicoli autonomi aumentasse e integrando stazioni di ricarica qualora il mercato dei veicoli elettrici crescesse. Fonte cfr. nota 11

**2** Examples intervention candidates for a highway extension (left) and of the possible interventions for adapting the flexible design if conditions change (right). The intervention candidates include a Traditional Design (TD), dimensioned only for current needs; a Separate Lanes Design (SD), prepared to accommodate distinct lanes for autonomous and human-driven vehicles; a Maximum Design (MD), sized for the highest expected capacity and able to accommodate both vehicle types; and a Flexible Design (FD), dimensioned for current needs but prepared for future expansion to include separate lanes if the share of autonomous vehicles increases, and to integrate charging stations if the electric vehicle market grows. Source cf. note 11

| Design                | Symbol | Illustration |        |
|-----------------------|--------|--------------|--------|
| Do nothing            | DN     | /            |        |
| Traditional design    | TD     | Road         | Tunnel |
|                       |        |              |        |
|                       |        | Bridge       | Ramp   |
|                       |        |              |        |
| Separate lanes design | SD     | Road         | Tunnel |
|                       |        |              |        |
|                       |        | Bridge       | Ramp   |
|                       |        |              |        |
| Flexible design       | FD     | Road         | Tunnel |
|                       |        |              |        |
|                       |        | Bridge       | Ramp   |
|                       |        |              |        |
| Maximum design        | MD     | Road         | Tunnel |
|                       |        |              |        |
|                       |        | Bridge       | Ramp   |
|                       |        |              |        |

| Intervention                                                | Symbol | Illustration |        |
|-------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------|
| Modify the FD into a 2 separate traffic lanes per direction | I1     | Road         | Tunnel |
|                                                             |        |              |        |
|                                                             |        | Bridge       | Ramp   |
|                                                             |        |              |        |
| Modify the FD into a 3 separate traffic lanes per direction | I2     | Road         | Tunnel |
|                                                             |        |              |        |
|                                                             |        | Bridge       | Ramp   |
|                                                             |        |              |        |
| Modify the FD to add a charging station                     | ID     |              |        |

duare un equilibrio ottimale tra costi e benefici, evitando di dover attribuire pesi arbitrari ai diversi tipi di impatti.

La fase successiva consiste nell'identificazione e caratterizzazione delle incertezze esogene. Si tratta di individuare quali parametri della funzione obiettivo potrebbero influenzare in modo significativo l'erogazione del servizio qualora variassero. Questi possibili cambiamenti vengono analizzati rispetto ai processi che potrebbero determinarli. I dati storici vengono esaminati per riconoscere tendenze ed eventuali cambi di comportamento, fornendo la base per esplorare scenari futuri plausibili e la loro probabilità. Quando i dati sono limitati o inconcludenti, il giudizio di esperti integra e rafforza le informazioni disponibili. Si sviluppano quindi modelli probabilistici per stimare i valori futuri dei parametri chiave, validati verificando la loro capacità di riprodurre i risultati storici (cfr. fig. 1).

Una volta chiarito il quadro delle incertezze, l'attenzione si sposta sulla generazione delle alternative progettuali. Ciò implica definire una gamma di soluzioni iniziali che affrontano la *readiness* futura in modi differenti. Possono essere resilienti, ossia progettate per resistere a variazioni prevedibili della domanda e quindi poco bisognose di modifiche (anche dette robuste); flessibili, cioè destinate a richiedere adattamenti futuri ma relativamente economiche e semplici da modificare; oppure *responsive*, ossia capaci di autoregolarsi in modo dinamico al mutare delle condizioni. Possono essere considerate anche soluzioni miopi. Queste ultime sono ottimizzate per le condizioni attuali e rischiano di essere meno performanti nel lungo termine, ma hanno il vantaggio di costi iniziali più contenuti. Un esempio di insieme di alternative progettuali per l'ampliamento di un'autostrada è illustrato nella figura 2.

L'ultima fase consiste nel valutare queste alternative per supportare decisioni ottimali di lungo periodo sugli interventi nell'ambiente costruito. A questo punto il modello statico viene esteso per incorporare l'incertezza modellata sui parametri variabili, tenendo conto delle loro interazioni e dei loro effetti sull'intero sistema. Ciò avviene simulando tutti i parametri in modo stocastico, sulla base delle specifiche incertezze individuate per ciascuno, e integrandoli in un insieme coerente di scenari. Questo approccio consente di evitare una dipendenza eccessiva dal valore medio o dall'esito «più probabile», che rischierebbe di ignorare variazioni reali—un errore che può generare perdite di valore significative nei progetti infrastrutturali.<sup>6</sup> Nella cornice individuata dagli scenari, ogni alternativa viene valutata per determinare quale garantisca il maggiore beneficio netto per tutti gli *stakeholder* su un'ampia gamma di condizioni future plausibili (cfr. fig. 3).

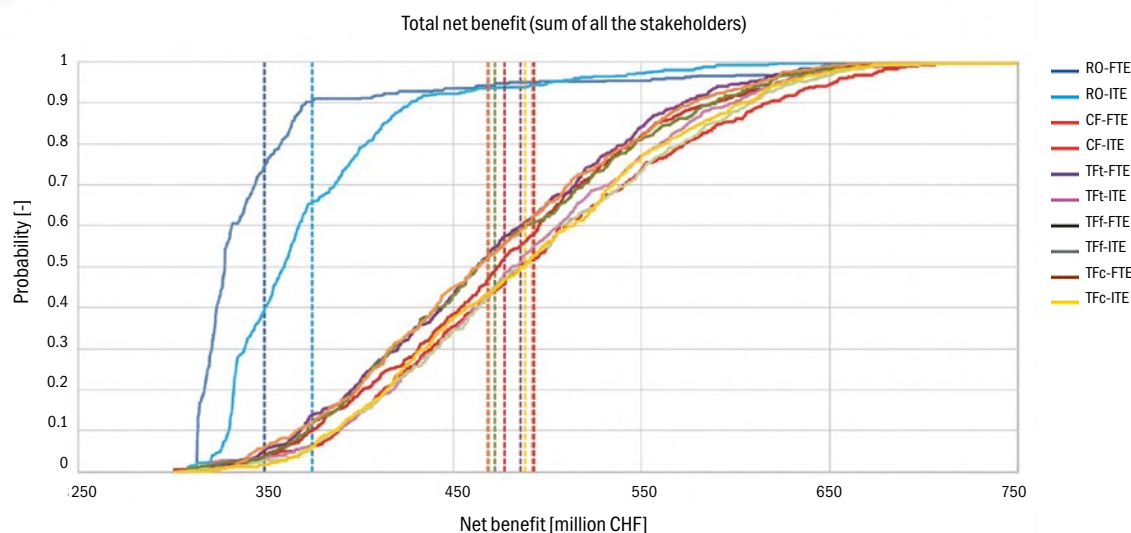
derlying processes that may drive them. Historical data is analyzed to identify trends and detect shifts in behavior, providing a basis for exploring possible future scenarios and their likelihood. Where data is limited or inconclusive, expert judgment is used to complement and enhance the available information. Probabilistic models are then developed to estimate future values of key parameters, and these models are validated by evaluating their ability to reproduce historical outcomes (fig. 1).

With a clear understanding of the uncertainties, the focus shifts to generating design candidates. This includes defining a range of initial designs that address future readiness in different ways. These designs may be resilient, i.e., unlikely to require changes since they are designed to withstand foreseeable changes in demand (also referred to as robust); flexible, i.e., likely to need future adaptations but relatively inexpensive and easy to adjust; or responsive, i.e., able to adjust dynamically and autonomously as conditions change. Myopic designs may also be considered. While these last are optimized only for current conditions and may underperform in the long term, they offer the clear advantage of lower upfront costs. An example set of design candidate for a highway expansion is shown in figure 2.

The final step is to assess these candidate designs in order to support optimal long-term decision-making for intervention on the build environment. At this stage, the static model is extended to incorporate the uncertainty modelled on the key variable parameters, taking into account their interactions and influence on the overall system. This is achieved by simulating all parameters stochastically, based on the specific uncertainties identified for each, and integrating them into a set of coherent scenarios. This approach avoids relying solely on the average or «most probable» out-

**3** Esempio di confronto tra 10 diversi progetti candidati per uno spazio ufficio soggetto a incertezze di domanda a lungo termine. I risultati sono presentati come probabilità cumulata e valore medio del beneficio netto totale per tutti i portatori di interesse. La soluzione rappresentata dalla linea rosso vivo, corrispondente a una configurazione flessibile che permette di convertire parte dello spazio ufficio in aree di co-working (cioè CF-ITE), si è dimostrata statisticamente in grado di garantire il massimo beneficio netto per tutti i soggetti coinvolti. Fonte cfr. nota 12

**3** Example of comparison of 10 different designs candidate for an office space subject to long term demand uncertainty. The results are shown as cumulated probability and mean of the total NB for all the stakeholders. The solution represented by the bright red line, corresponding to a flexible layout that allows part of the office space to be converted into co-working areas (i.e., CF-ITE), has proven to statistically yield the highest net benefit for all involved stakeholders. Source cf. nota 12



Negli ultimi vent'anni sono stati compiuti progressi significativi nell'applicazione del pensiero *future-ready* a progetti edilizi e infrastrutturali. Una selezione di casi rilevanti è disponibile sul sito di Strategic Engineering.<sup>7</sup> Tra questi figurano studi sull'ottimizzazione della flessibilità e della resilienza degli ospedali in vista di un fabbisogno futuro incerto,<sup>8</sup> sugli edifici per uffici, considerando possibili variazioni future dei prezzi di gas ed elettricità, dei carichi termici e delle prestazioni degli impianti,<sup>9</sup> oltre che sull'oscillazione della richiesta di spazi.<sup>10</sup> Approcci analoghi sono stati applicati alle infrastrutture di trasporto, in relazione all'incertezza sulla domanda di traffico futura;<sup>11</sup> agli edifici per uffici soggetti a incerte variazioni della richiesta di superfici,<sup>12</sup> e ai sistemi idrici, considerando l'incertezza sui consumi e sulla disponibilità di acqua.<sup>13</sup> La reattività è stata indagata anche in ambito sanitario, ad esempio negli ospedali che affrontano una costante variabilità dell'afflusso dei pazienti,<sup>14</sup> e nelle stazioni ferroviarie, dove il carico di traffico varia sensibilmente tra le ore di punta e i periodi di minore utilizzo.<sup>15</sup>

Queste iniziative hanno mostrato un notevole potenziale nel migliorare la gestione della domanda edilizia e infrastrutturale nel lungo periodo. Tuttavia, due limiti continuano a frenare l'uso dei principi di *future-ready design* nell'ottimizzazione dei progetti sotto incertezza futura:

1. Il numero limitato di alternative progettuali generate da processi guidati dall'uomo. Al momento la creazione di alternative dipende fortemente dalla creatività umana, che limita inevitabilmente quantità e diversità delle soluzioni. Questo collo di bottiglia può essere superato ricorrendo all'intelligenza artificiale generativa, che può produrre in modo automatico un set molto più ampio e mirato di alternative specifiche per il problema di ottimizzazione.

2. Le alternative in termini di materiali e tecniche restano vincolate a quelle offerte dall'economia lineare. Le valutazioni dei progetti iniziali e degli adattamenti futuri si basano di norma su una logica lineare: impiego di materiali nuovi provenienti dalla produzione e smaltimento dei rifiuti da demolizione. L'integrazione dei principi dell'economia circolare nel processo progettuale potrebbe migliorare in modo significativo il valore sociale delle infrastrutture, tenendo conto dei benefici sistemici e di lungo periodo delle pratiche circolari.

La comunità scientifica sta lavorando attivamente per affrontare queste sfide. In particolare, il lavoro sviluppato nell'ambito della *Circular Engineering for Architecture* offre un contributo rilevante per colmare questi vuoti

### Circular Engineering for Architecture

La circolarità rappresenta un modo rinnovato di concepire, progettare e gestire edifici e infrastrutture, recuperando pratiche diffuse prima dell'affermazione dell'economia delle costruzioni lineare e ad alto consumo di risorse. Invece di considerare l'ambiente costruito come un insieme di oggetti statici destinati a diventare rifiuti, il pensiero circolare lo interpreta come un flusso continuo di risorse da mantenere, riutilizzare e rigenerare. L'obiettivo è passare da un modello lineare del tipo «estrai, produci, usa, smaltisci» a uno che rallenti, restringa, chiuda e rigeneri i cicli delle risorse.<sup>16</sup>

L'ingegneria circolare in architettura riconosce che le risorse sono finite, il suolo urbano è limitato e i bisogni futuri incerti. Ogni decisione progettuale deve quindi bilanciare le prestazioni attuali con le possibilità future di riuso e rigenerazione. L'impiego di strutture modulari, connessioni reversibili e strati separabili permette, ad esempio, di adattare o smontare gli edifici con minimi sprechi. Analogamente, scegliere materiali durevoli o di origine biologica ne sostiene

come, which would risk overlooking real variations, a mistake that can lead to significant value loss in infrastructure projects.<sup>6</sup> Within this scenario-based framework, each design alternative is evaluated to determine which provides the highest net-benefit for all stakeholders across a wide range of plausible future conditions (fig. 3).

Over the past two decades, significant efforts have been made to apply future-ready design thinking to various construction and infrastructure projects. A curated collection of notable examples is available on the Strategic Engineering website.<sup>7</sup> This includes work on optimizing flexibility and resilience in hospitals to cope with uncertain future needs;<sup>8</sup> in office buildings, considering potential future changes in gas and electricity prices, heating and cooling loads, and system performance,<sup>9</sup> as well as variations in occupancy requirements.<sup>10</sup> Similar approaches have been applied to traffic infrastructure, accounting for uncertainty in future traffic levels;<sup>11</sup> on office buildings under uncertain future space demand;<sup>12</sup> and on water supply systems, considering the uncertainty on water usage and availability.<sup>13</sup> Responsiveness has also been explored in healthcare settings, such as hospitals dealing with the constant variability of patient flow,<sup>14</sup> and in train stations, where traffic volumes fluctuates significantly between peak and off-peak hours.<sup>15</sup>

These initiatives have demonstrated considerable potential in optimizing construction and infrastructure demand in the long-term. However, few limitations still hinder the use of future-ready design principles for the optimization of designs under future uncertainty:

1. Limited design alternatives from human-driven processes. Currently, the generation of design candidates relies heavily on human creativity, which inherently limits the number and diversity of possible solutions. This bottleneck can be overcome through the use of generative AI, which offers the potential to automatically generate a much larger and more targeted set of design alternatives tailored to the specific optimization problems at hand.

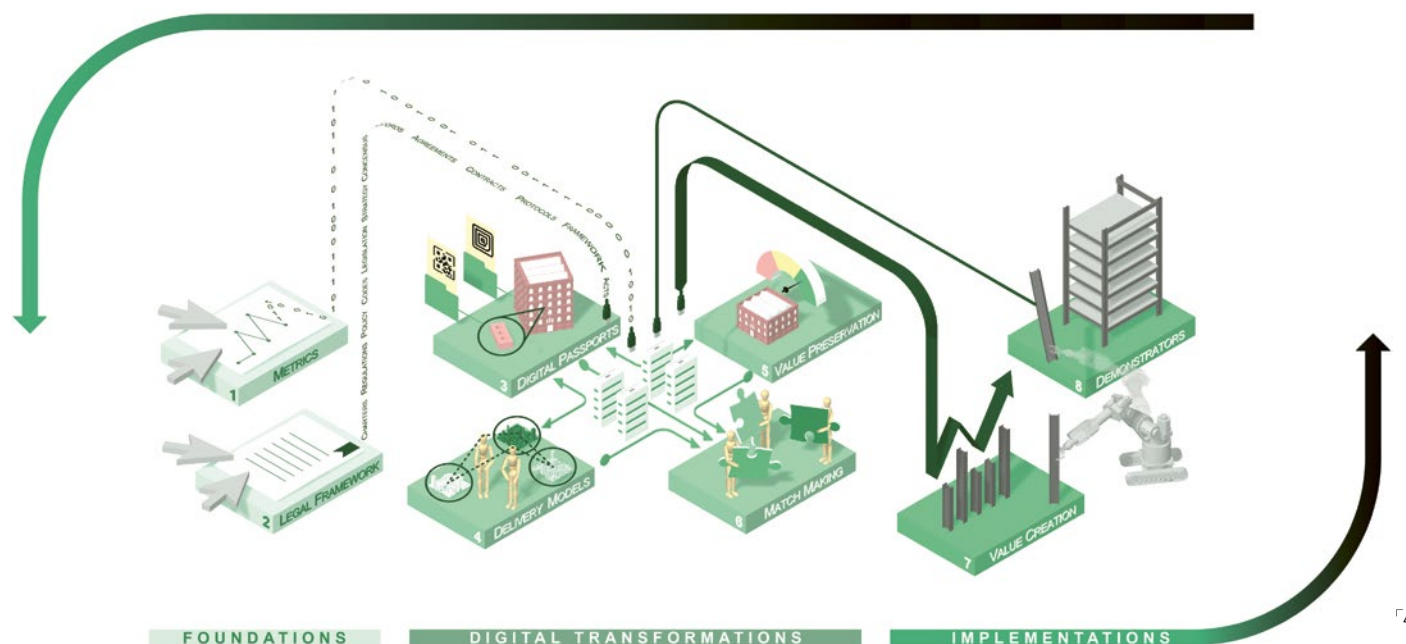
2. Material and techniques alternatives are limited to those available from the linear economy. Evaluations of both initial designs and future adaptations are typically conducted assuming a linear logic, i.e. using new materials and components coming from productions while disposing of demolition waste. There is substantial room for improvement by integrating circular economy principles into the design process. Accounting for the long-term, system-wide benefits of these circular practices could significantly enhance the societal value of built infrastructure.

The research community is actively working to address the following key challenges. In particular the work done and under development in the domain of Circular Engineering for Architecture offers a significant contribution to cover these gaps.

### Circular Engineering for Architecture

Circularity represents a renewed way of thinking about how buildings and infrastructure are conceived, designed, and managed, recalling practices that were once common before the rise of the linear, resource-intensive construction economy. Instead of treating buildings and infrastructure as static objects that eventually become waste, circular thinking views the built environment as a continuous flow of resources that can be maintained, reused, and regenerated. The goal is to move from a linear model of «take, make, use, dispose» to one that slows, narrows, closes, and regenerates resource loops.<sup>16</sup>

Circular engineering in architecture acknowledges that resources are finite, urban land is limited, and future



4 Abstract grafico del progetto SWIRCULAR. L'abstract illustra gli 8 principali sotto-progetti: SP1 - Metriche per la costruzione circolare in Svizzera; SP2 - Quadro normativo per la costruzione circolare; SP3 - Passaporti digitali; SP4 - Modelli di consegna per la costruzione circolare; SP5 - Conservazione del valore nella pratica circolare; SP6 - Servizio di matchmaking per l'ambiente costruito; SP7 - Creazione di valore nella pratica circolare; SP8 - Progetti dimostrativi su scala reale. Fonte SWIRCULAR

4 Graphical abstract of the SWIRCULAR project. The abstract covers the 8 main sub-projects: SP1- Metrics for the Swiss circular construction; SP2- Legal framework for circular construction; SP3- Digital passports; SP4- Delivery models for circular construction; SP5- Value preservation for circular practice; SP6- Matchmaking service for the built environment; and SP7- Value creation for circular practice; SP8- Full-scale Demonstration projects. Source SWIRCULAR

un uso più lungo e la reintegrazione in progetti futuri invece dello smaltimento.

Le tecnologie digitali hanno un ruolo centrale in questa transizione. Come descritto in «A circular built environment in the digital age»,<sup>17</sup> strumenti quali BIM, intelligenza artificiale, *material passports* e sistemi di progettazione basati sui dati aumentano la trasparenza e permettono a progettisti, ingegneri e proprietari di sapere da dove provengono i materiali, come vengono utilizzati e dove possono essere impiegati in seguito. Su scala più ampia, piattaforme digitali collegano progetti e stock di materiali a livello urbano, favorendo strategie circolari e riducendo la domanda di nuove materie prime, come studiato nel progetto Innosuisse Flagship SWIRCULAR (fig. 4).<sup>18</sup>

La circolarità non è però solo una sfida tecnica: è anche un cambiamento organizzativo e culturale. Richiede di ripensare il funzionamento dell'industria delle costruzioni, dai metodi di approvvigionamento ai contratti, dai modelli di proprietà ai meccanismi di creazione del valore. I modelli di business basati su cicli di progetto brevi e bassi costi iniziali devono evolvere verso forme di gestione di lungo periodo, proprietà condivisa e modelli basati sui servizi, come il «building as a service». È essenziale la collaborazione tra discipline – architetti, ingegneri, committenti, decisori pubblici e utenti – attraverso processi decisionali condivisi. Servono nuove forme contrattuali e regolamentazioni che premiano le scelte progettuali capaci di preservare il valore dei materiali e ridurre l'impatto ambientale. I professionisti devono essere in grado di integrare aspetti tecnici, economici e sociali e progettare edifici che possano evolvere nel tempo invece di diventare obsoleti. Questo modo di pensare trasforma la progettazione da atto creativo puntuale a processo continuo di adattamento e cura dei materiali.

## Conclusioni

La circolarità completa i principi del *future-ready design* descritti in precedenza. Se il *future-ready design* prepara le opere a condizioni esterne incerte, la circolarità assicura

needs are uncertain. Each design decision should therefore balance current performance with future opportunities for reuse and regeneration. For instance, using modular structures, reversible connections, and separable layers allows buildings to be adapted or dismantled with minimal effort and waste. Similarly, selecting materials that are durable or bio-based supports their longer use and their reintegration into future projects rather than disposal.

Digital technologies are central to this transition. As described in «A circular built environment in the digital age»,<sup>17</sup> tools such as Building Information Modeling (BIM), Artificial Intelligence (AI), material passports, and data-driven design systems improve transparency, thereby enabling designers, engineers, and owners to understand where materials come from, how they are used, and where they can go next. At a larger scale, digital platforms connect projects and material stocks across cities, supporting circular strategies and reducing the demand for new raw materials, as investigated in the Innosuisse Flagship project SWIRCULAR (fig. 4).<sup>18</sup>

However, circularity is not only a technical challenge but also an organizational and cultural one. It requires rethinking the way the construction industry operates, from procurement and contracting to ownership and value creation. Business models that rely on short project cycles and low upfront costs must evolve toward longer-term stewardship, shared ownership, and service-based models such as «building as a service.» Collaboration across disciplines is essential, involving architects, engineers, clients, policymakers, and users in shared decision-making. New forms of contracts and regulations are needed to reward design choices that preserve material value and reduce environmental impact. Professionals must be able to integrate technical, economic, and social considerations and to design buildings that can evolve over time rather than become obsolete. This mindset transforms design from a one-time creative act into a process of continuous adaptation and material care.

che materiali e sistemi restino in uso e mantengano valore il più a lungo possibile. Insieme, orientano verso un ambiente costruito capace di adattarsi ai cambiamenti riducendo al minimo il consumo di risorse e l'impatto ambientale. Un edificio «future-ready e circolare» soddisfa i bisogni presenti senza limitare la possibilità, per le generazioni future, di trasformarlo e riutilizzarlo.

La transizione verso un ambiente costruito circolare richiede politiche pubbliche adeguate e metriche coerenti. In Svizzera i principi della circolarità sono sempre più presenti nelle strategie nazionali di riduzione dei rifiuti ed efficienza delle risorse, ma ulteriori progressi dipenderanno dall'allineamento tra incentivi, regolamentazione e standard industriali e gli obiettivi di sostenibilità di lungo periodo.

Il futuro della costruzione sostenibile risiede nella progettazione di edifici che non si limitino a sopportare il cambiamento, ma lo rendano possibile. Costruire in modo circolare e future-ready significa passare da un atteggiamento reattivo a un modo di progettare che assume il cambiamento come condizione naturale.

## Conclusion

Circularity complements the principles of future-ready design described earlier. While future-ready design prepares assets for uncertain external conditions, circularity ensures that these assets and their materials and systems remain valuable and in use for as long as possible. Together, they support a built environment that can adapt to change while minimizing resource consumption and environmental burden. A future-ready circular building is one that meets present needs without limiting the possibilities of future generations to reshape and reuse it.

The transition toward a circular built environment requires supportive public policies and consistent metrics. In Switzerland, circular principles are increasingly reflected in national strategies on waste reduction and resource efficiency, but further progress will depend on aligning incentives, regulations, and industry standards with long-term sustainability objectives.

The future of sustainable construction lies in designing buildings that not only withstand change but also enable it. Future-ready, circular construction means shifting from reacting to change toward designing for it.

### Note | Notes

- 1 Swiss Federal Office of Energy, Buildings.
- 2 WWF, Circularità as the new normal.
- 3 Martani, «Design with Uncertainty».
- 4 Garrido, *Integrating circularity*, 77-87.
- 5 De Wolf, «A circular built environment».
- 6 Savage, *The Flaw of Averages*.
- 7 strategic-engineering.co
- 8 De Neufville, «Using flexibility», 1-6; Esders, «Evaluating Initial Building Designs Considering Possible Future Changes: The Example of the New Pet Centre of the University Hospital of Zurich», 35-41; Esders, «Evaluating initial building designs Considering Possible Future Changes and decision flexibility: The example of the new PET Centre of the University Hospital of Zurich».
- 9 Martani, «A New Model for Evaluating»; Martani, «Design with Uncertainty».
- 10 De Neufville, *Flexibility in engineering design*; Martani, «Evaluating the impact», 15-40.
- 11 Ellingham, *New generation whole-life costing*; Elvarsson, «Considering automated vehicle deployment»; Martani, «Evaluating highway design», 135-155.
- 12 Martani, «A new process for the evaluation of the net-benefit», 156-170.
- 13 Adey, «Investing in water supply resilience», 104-115.
- 14 Suo, «A Scalable Methodology».
- 15 Lai, «Evaluating intelligent transport», 59-77.
- 16 De Wolf, «A circular built environment».
- 17 *Ibid.*
- 18 swircular.ethz.ch

### Bibliografia | References

- Adey, Bryan T., Claudio Martani, & Jürgen Hackl. «Investing in water supply resilience considering uncertainty and management flexibility». *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Smart Infrastructure and Construction* 175(3), 2022.
- De Neufville, Richard, Yun S. Lee, & Stefan Scholtes. «Using flexibility to improve value-for-money in hospital infrastructure investments». *First International Conference on Infrastructure Systems and Services: Building Networks for a Brighter Future, INFRA 2008*.

- De Neufville, Richard, & Stefan Scholtes. *Flexibility in engineering design*. MIT Press, 2011.
- De Wolf, Catherine, Sultan Çetin, & Nancy M. P. Bocken. «A circular built environment in the digital age». *Springer Nature*. (2024) <https://doi.org/10.1007/978-3-031-39675-5>.
- Ellingham, Ian, & William Fawcett. *New generation whole-life costing: Property and construction decision-making under uncertainty*. Routledge, 2007.
- Elvarsson, Arnór B., Claudio Martani, & Bryan T. Adey. «Considering automated vehicle deployment uncertainty in the design of optimal parking garages using real options». *Journal of Building Engineering* 34(1), (2021): 101703.
- Esders, Miriam, Bryan T. Adey, & Claudio Martani. «Evaluating Initial Building Designs Considering Possible Future Changes: The Example of the New Pet Centre of the University Hospital of Zurich». In *International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC)*. ICE Publishing. (2019) <https://doi.org/10.1680/icsic.64669.035>.
- Esders, Miriam, Claudio Martani, & Bryan T. Adey. «Evaluating initial building designs Considering Possible Future Changes and decision flexibility: The example of the new PET Centre of the University Hospital of Zurich». In *International Journal of Architecture, Engineering and Construction* 9(4), (2020). 12020021.
- Garrido, Juan Pablo, Claudio Martani, Nazly Atta, Cinzia Talamo, & Giancarlo Paganin. «Integrating circularity in the design of future-proof retail spaces». In *CIB Conferences*, 2025.
- Lai, Bryan M.L., Claudio Martani, Orlando M. Roman Garcia, & Bryan T. Adey. «Evaluating intelligent transport systems for multiple stakeholders and considering future uncertainty: a simulation-based cost-benefit analysis of responsive gateways at the London Bridge Station». *Infrastructure Asset Management* 11(2), 2024.
- Martani, Claudio, Laurent Cattarinussi, & Bryan T. Adey. «A new process for the evaluation of the net-benefit of flexible ground-floor ceiling in the face of use transition uncertainty». *Journal of Building Engineering* 15, 2018.

- Martani, Claudio, Steven Eberle, & Bryan T. Adey. «Evaluating highway design considering uncertain mobility patterns and decision flexibility». *Infrastructure Asset Management* 9(3), 2022.
- Martani, Claudio, Ying Jin, Kenichi Soga, & Stefan Scholtes. «A New Model for Evaluating the Future Options of Integrating Ground Source Heat Pumps in Building Construction». *International Symposium for Next Generation Infrastructure*, 2015.
- Martani, Claudio, Ying Jin, Kenichi Soga, & Stefan Scholtes. «Design with Uncertainty: The Role of Future Options for Infrastructure Integration». *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 31(10), (2016) <https://doi.org/10.1111/mice.12214>
- Martani, Claudio, Noemi Fiorot, Andrea González, Bryan T. Adey, & Joris Van Wezemael. «Evaluating the impact of flexible offices in coping with the uncertainty in future demand». *Infrastructure Asset Management* 11(1), 2024.
- Savage, Sam L., & Harry M. Markowitz. *The Flaw of Averages: Why We Underestimate Risk in the Face of Uncertainty*. John Wiley & Sons, 2012.
- Suo, Jiaqi, Claudio Martani, Timothy B. Lescun, & Cherri A. Krug. «A Scalable Methodology for Optimizing Hospital Surgical Schedules Considering Efficiency, Flexibility, and Improved Patient Outcomes». *Healthcare Analytics*, 2025. 100413.

### Sitografia | Online References

- «Buildings» Swiss Federal Office of Energy, Bern [www.bfe.admin.ch/bfe/en/home/efficiency/buildings.html/](http://www.bfe.admin.ch/bfe/en/home/efficiency/buildings.html/)
- «Circularity as the new normal. Future fitting Swiss Businesses» WWF, [www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2021-01/Circularity-as-the-new-normal\\_whitepaper-EN.pdf](http://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2021-01/Circularity-as-the-new-normal_whitepaper-EN.pdf)
- «Strategic Engineering», strategic-engineering.co
- «Swircular» Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich <https://swircular.ethz.ch/>

# Olin Bartlome, Sarah Kristin Schalles

## Dove siamo e dove stiamo andando?

### Lo stato della sostenibilità nell'ingegneria civile svizzera



Non è una novità che edifici e infrastrutture in Svizzera – come in molte altre nazioni industrializzate – influenzino in misura determinante le emissioni di gas serra, il consumo di risorse naturali e l'uso del suolo. Le aspettative in termini di neutralità climatica, risparmio di risorse e contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo stanno crescendo, e devono essere integrate dai committenti e soddisfatte dai progettisti tenendo conto di tutti gli aspetti rilevanti. In questo contesto, ci interroghiamo sullo stato della sostenibilità nell'edilizia e nelle infrastrutture svizzere, cercando di valutare quanto siano solide oggi le «colonne» della sostenibilità e cosa sia necessario nel prossimo futuro per garantire, nel lungo periodo, una base sana sia per l'ambiente naturale che per quello costruito.

Il termine «sostenibilità» è ormai onnipresente. Tuttavia, il suo significato varia in funzione del settore professionale e del livello di conoscenza, e raramente tutte le sue dimensioni vengono considerate in modo equilibrato lungo l'intero ciclo di vita di un'opera – dall'incarico alla progettazione, all'esecuzione e alla gestione. Questo porta a interpretazioni instabili e a fraintendimenti che non sempre rispettano appieno i criteri della sostenibilità.

#### Test di carico per le colonne della sostenibilità

La norma SIA 112/1 considera tre colonne fondamentali della sostenibilità: società, economia e ambiente. Come ogni struttura portante, però, anche queste non possono essere analizzate separatamente. La sostenibilità può reggersi solo se comprendiamo e gestiamo le relazioni reciproche fra le tre componenti. Nel modello classico, il peso delle tre colonne è considerato equivalente. Ciò presuppone implicitamente che le risorse ecologiche possano essere sostituite da quelle economiche. Ma possiamo davvero vivere, come società, senza un ambiente veramente funzionante? O dovremmo piuttosto assumere, nei nostri progetti, che la tutela delle risorse ecologiche sia un prerequisito imprescindibile per la stabilità economica e sociale? Questa visione, detta «sostenibilità forte», riconosce che l'ambiente intatto costituisce la base indispensabile per il benessere economico e sociale, e richiede di considerare attentamente le interazioni fra le tre dimensioni. Solo nell'intersezione fra di esse, e con un giusto equilibrio, può realizzarsi un vero sviluppo sostenibile.

Per comprendere e integrare sin dall'inizio queste interrelazioni è necessaria una buona organizzazione e comunicazione di progetto. In tal senso, si può introdurre una quarta colonna che trasformi lo sgabello traballante a tre gambe in

## Where Are We and Where Are We Going?

### The State of Sustainability in Swiss Civil Engineering



It's hardly news that Switzerland's buildings and infrastructure – as in many other industrialized nations – are key contributors to greenhouse-gas emissions, the consumption of natural resources, and the use of land. Expectations regarding climate neutrality, resource efficiency and limits on land sealing are rising, and they must be fully integrated by clients and met by designers with a comprehensive approach to all relevant aspects. Against this backdrop, we examine the state of sustainability in Swiss building and infrastructure practice, seeking to assess how robust today's «pillars» of sustainability truly are, and what will be required in the near future to secure, over the long term, a sound foundation for both the natural and the built environment.

The term «sustainability» has become ubiquitous. Yet its meaning shifts depending on professional background and level of familiarity, and its dimensions are rarely considered in a balanced way across the entire life cycle of a project – from commissioning and design to execution and operation. The result is unstable interpretations and misunderstandings that often fail to align with the actual criteria of sustainability.

#### Load-testing the pillars of sustainability

Standard SIA 112/1 defines three fundamental pillars of sustainability: society, economy and environment. Like any supporting structure, however, they cannot be analysed independently of one another. Sustainability can stand only if we understand and manage the mutual relationships between these three components. In the traditional model, the weight of the pillars is assumed to be equivalent. This implicitly presumes that ecological resources can be substituted with economic ones. But can a society truly thrive without a functioning environment? Or should we rather assume, in our projects, that safeguarding ecological resources is an indispensable prerequisite for economic and social stability? This perspective – known as «strong sustainability» – recognizes that an intact environment is the essential basis for economic and social well-being, and demands careful attention to the interactions between the three dimensions. Only at their intersection, and in proper balance, can truly sustainable development emerge.

Understanding and integrating these interrelationships from the outset requires solid project organization and communication. In this sense, a fourth column can transform the wobbly three-legged stool into a stable chair: interdisciplinary collaboration. At present, preliminary studies and project competitions do not systematically require the early involvement of structural engineers, let alone special-



1

una sedia stabile: la collaborazione interdisciplinare. Attualmente, studi preliminari e concorsi di progetto non richiedono il coinvolgimento sistematico e tempestivo di ingegneri strutturali, e ancor più raramente di esperti di altre discipline. Ciò può comportare costi aggiuntivi e maggiori emissioni di CO<sub>2</sub>, ad esempio quando non vengono considerate opzioni di ottimizzazione strutturale o di riqualificazione di opere esistenti. L'ottimizzazione delle risorse impiegate è invece essenziale per orientare sin dalle prime fasi un progetto verso una direzione sostenibile o addirittura rigenerativa.

Ogni tratto disegnato rappresenta una risorsa. Solo includendo tutte le discipline e valutando le opzioni più idonee per una sostenibilità forte, potremo «sedere comodi sulla sedia» del futuro. Tuttavia, manca ancora un'infrastruttura rigenerativa solida che renda questo percorso meno faticoso.<sup>1</sup>

### Primo elemento – la Piramide delle 5R

Un principio guida per qualsiasi progetto può essere rappresentato dalla Piramide delle 5R: *Rethink – Reduce – Reuse – Repair – Recycle*. La sua applicazione consente una prioritizzazione sistematica delle azioni di risparmio delle risorse nel settore delle costruzioni. Promuove un cambiamento di mentalità nella progettazione, riduce il consumo di materiali ed energia, prolunga la vita utile degli elementi costruttivi attraverso il riuso e la riparazione, e assicura che le risorse residue vengano riciclate in modo di alta qualità al termine del ciclo di vita. In tal modo, la *5R-Pyramid* sostiene l'attuazione di una economia circolare coerente e la riduzione degli impatti ambientali lungo tutte le fasi di progetto. Dove possibile, le strutture esistenti devono essere mantenute o potenziate; la demolizione va considerata solo come ultima risorsa. Nei casi di densificazione o trasformazione, le risorse devono essere selezionate con criterio, ponendo al centro la funzione e la durabilità.

### Il calcestruzzo – una grande tentazione

Materiale estremamente versatile, il calcestruzzo è largamente impiegato dall'industria edilizia. In Svizzera ne vengono utilizzati oltre 30 m<sup>3</sup> al minuto. Oltre a sabbia, ghiaia, acqua e, talvolta, materiale riciclato, il principale fattore emissivo del calcestruzzo è il cemento. In Svizzera il consumo medio pro capite è di 522 kg di cemento all'anno.

**1** Passerella RE:CRETE realizzata con elementi prefabbricati in calcestruzzo precompresso. Fonte EPFL

**1** RE:CRETE footbridge constructed using prefabricated prestressed concrete elements. Source EPFL

ists from other disciplines. This can lead to additional costs and higher CO<sub>2</sub> emissions, for example when options for structural optimization or for the refurbishment of existing works are not considered. Yet resource optimization is essential for steering a project, from its earliest phases, toward a sustainable – or even regenerative – trajectory.

Every line drawn is a resource. Only by involving all disciplines and evaluating the most appropriate options for strong sustainability can we «sit comfortably on the chair» of the future. But a robust regenerative infrastructure that makes this path less arduous is still lacking.<sup>1</sup>

### First element – the 5R Pyramid

A guiding principle for any project can be the 5R Pyramid: *Rethink – Reduce – Reuse – Repair – Recycle*. Its application allows a systematic prioritization of resource-saving actions in the construction sector. It encourages a shift in design culture, reduces material and energy consumption, extends the service life of components through reuse and repair, and ensures that residual resources are recycled to a high standard at the end of the life cycle. In doing so, the 5R Pyramid supports the implementation of a consistent circular economy and reduces environmental impacts across all project phases. Wherever possible, existing structures should be retained or reinforced; demolition should be considered only as a last resort. In cases of densification or transformation, resources must be selected carefully, with function and durability at the centre.

### Concrete – a powerful temptation

As an extremely versatile material, concrete is widely used in the construction industry. In Switzerland, more than 30 m<sup>3</sup> are consumed every minute. In addition to sand, gravel, water and sometimes recycled aggregate, the main source of emissions in concrete is cement. Annual cement consumption in Switzerland averages 522 kg per capita.



2<sup>T</sup>3

Sono in corso numerosi progetti di ricerca volti a decarbonizzare la produzione del calcestruzzo, e diverse aziende svizzere stanno investendo in leganti alternativi e miscele a ridotto contenuto di CO<sub>2</sub> – come la start-up Oxara, nata da uno *spin-off* dell'ETHZ. Per i progetti che prevedono l'uso di calcestruzzo si propone la Piramide delle 5C: *Clinker – Cement – Concrete – Construction – (Re-)Carbonation*. Essa identifica le principali leve di riduzione dell'impronta del cemento e del calcestruzzo:

- riduzione dei combustibili fossili nel clinker;
- riduzione del contenuto di clinker nel cemento;
- riduzione del contenuto di cemento nel calcestruzzo;
- riduzione del volume di calcestruzzo nella costruzione;
- aumento della carbonatazione (naturale o indotta).

Questo approccio «5C» è cruciale, poiché il cemento rappresenta una quota significativa delle emissioni del settore delle costruzioni. Tuttavia, come per i dolci, è difficile resistere alla «tentazione» del calcestruzzo: come scriveva Paracelso nel XVI secolo, «è la dose che fa il veleno».

Non possiamo rinunciare completamente al calcestruzzo, ma possiamo usarlo solo dove è realmente insostituibile, impiegando altrove materiali a basse emissioni o componenti riutilizzati. Negli ultimi decenni, le solette piene in calcestruzzo armato hanno quasi soppiantato le soluzioni più efficienti – come solette nervate o a cassettoni, anche in materiali alternativi – che oggi sopravvivono solo in casi particolari. Puntare su un'unica soluzione non è sostenibile nel lungo periodo: solo la competenza tecnica dei progettisti può individuare, di volta in volta, l'alternativa migliore in funzione del contesto, delle proprietà dei materiali, delle luci e delle tecniche costruttive.

**2-3** Esempi dello studio illiz architektur: a sinistra, piscina coperta Allmendli, Erlenbach, 2016; sotto la piscina coperta Großfeldsiedlung, Vienna, 2024. Foto Hertha Hurnaus.

Uno spazio con la stessa funzione può essere progettato con materiali diversi e i materiali che lo costituiscono devono essere ottimizzati e utilizzati in modo sensato in base alle loro caratteristiche. È compito degli specialisti della progettazione valutare la soluzione ottimale per ogni progetto e verificarne la sostenibilità.

**2-3** Examples from illiz architektur: left, Allmendli indoor swimming pool, Erlenbach, 2016; below, Großfeldsiedlung indoor swimming pool, Vienna, 2024. Photo: Hertha Hurnaus.

A space with the same function can be designed using different materials, which should be optimized and used sensibly according to their properties. It is the responsibility of design specialists to assess the optimal solution for each project and verify its sustainability.

Numerous research projects are under way to decarbonize concrete production, and several Swiss companies are investing in alternative binders and low-CO<sub>2</sub> mixes – such as the start-up Oxara, born from an ETHZ spin-off. For projects involving concrete, the 5C Pyramid is proposed: *Clinker – Cement – Concrete – Construction – (Re-)Carbonation*. It identifies the main levers for reducing the footprint of cement and concrete:

- reducing fossil fuels in clinker production;
- reducing clinker content in cement;
- reducing cement content in concrete;
- reducing the volume of concrete used;
- increasing carbonation (natural or induced).

This «5C» approach is crucial, as cement accounts for a substantial portion of the sector's emissions. Yet, much like sweets, concrete is hard to resist: as Paracelsus wrote in the sixteenth century, «the dose makes the poison». We cannot eliminate concrete entirely, but we can use it only where it is genuinely irreplaceable, relying elsewhere on low-emission materials or reused components. In recent decades, solid reinforced-concrete slabs have almost completely displaced more efficient solutions – such as ribbed or coffered slabs, also in alternative materials – which today survive only in particular cases. Relying on a single solution is unsustainable in the long term: only the technical expertise of designers can determine the most suitable alternative for each project, based on context, material properties, spans, and construction methods.

### Soil – the ground we build on

Roughly one quarter of Switzerland's total greenhouse-gas emissions originates from the building sector. But emissions are not the only issue: soil impacts matter as well. Depending on how it is managed, soil can act as a carbon sink or a carbon source. Humus-rich soils can store more CO<sub>2</sub> than they release. Yet in Switzerland, about seven football fields – around 5 hectares – are sealed every day. According to the Federal Office for the Environment (FOEN), it takes on average 100 years to form one centimetre of soil. Reducing soil consumption and exploring long-term regeneration methods for this resource – recognizing its ecological and structural value – is therefore essential.

### Rethinking professions

Following the tradition of universal scientists, architects and engineers throughout history, thinking beyond disciplinary boundaries is necessary. Collaboration and knowledge exchange – both academically and professionally – are more critical than ever for developing genuinely sustainable design approaches. Reuse of components and structural strengthening require advanced specialist ex-

## Il suolo – la base su cui costruiamo

Circa un quarto delle emissioni totali di gas serra in Svizzera proviene dal settore edilizio. Ma oltre alle emissioni, non vanno trascurati gli effetti sul suolo. A seconda della sua gestione, il suolo può agire da serbatoio o da sorgente di carbonio. Terreni ricchi di humus possono immagazzinare più CO<sub>2</sub> di quanta ne rilascino. Tuttavia, in Svizzera ogni giorno vengono impermeabilizzati circa sette campi da calcio – circa 5 ettari di superficie. Secondo l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), occorrono in media 100 anni per formare un centimetro di suolo. È quindi necessario sia ridurre il consumo di suolo sia esplorare modalità di rigenerazione a lungo termine di questa risorsa, riconoscendone il valore ecologico e strutturale.

## Ripensare le professioni

Come già accaduto nella storia dell'umanità con scienziati, architetti e ingegneri universali, è necessario pensare oltre i confini disciplinari. La collaborazione e lo scambio di conoscenze, tanto in ambito accademico quanto professionale, sono oggi più cruciali che mai per sviluppare nuovi approcci progettuali pienamente sostenibili. Nel riuso di componenti e nel rinforzo delle strutture, servono competenze specialistiche avanzate che permettano di valutare l'idoneità di elementi esistenti e di fornire ai committenti raccomandazioni affidabili. Mancano tuttavia, a livello nazionale e cantonale, centri di competenza e soluzioni agili per promuovere il riuso: perciò la valutazione da parte di progettisti esperti è essenziale per compensare la mancanza di garanzie.

Occorre inoltre introdurre non solo un passaporto dei materiali, ma anche un passaporto strutturale, che consenta di riutilizzare più facilmente edifici esistenti (ad es. degli anni Sessanta) laddove siano ancora disponibili le verifiche statiche originarie. Va poi recuperata la capacità di progettare strutture sobrie, evitando sovradimensionamenti e uso eccessivo di materiali compositi, e prevedendo sin dall'inizio la smontabilità e riparabilità degli elementi (principio della *system separation*). Ciò richiede una pianificazione più accurata dei diversi mestieri, ma consente un notevole risparmio di risorse lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio.

## Manutenzione e riqualificazione: ottenere di più con meno

La Svizzera dispone di un ambiente costruito molto denso. Il solo valore di sostituzione delle infrastrutture tecniche nazionali è stimato intorno a 1000 miliardi di franchi, con impatti emissivi corrispondenti.<sup>2</sup> La manutenzione e il rinnovo di tali opere rappresentano una sfida enorme per lo Stato, le imprese e la società. Una infrastruttura sostenibile dipende da azioni coordinate in manutenzione, rinnovo e innovazione. L'allungamento della vita utile, il risparmio di risorse e l'impiego di nuove tecnologie sono essenziali per fare in modo che «di più» significhi anche «meglio». Strategie di manutenzione mirate, costruzioni materialmente efficienti e sistemi digitali di monitoraggio contribuiscono a ridurre l'impatto ambientale e ad avvicinare l'obiettivo federale della neutralità climatica entro il 2040.<sup>3</sup>

## Riqualificare invece di sostituire

Gli interventi di riqualificazione strutturale possono raggiungere o superare le prestazioni di una sostituzione completa, riducendo al contempo in modo significativo consumi e

perizie to assess the suitability of existing elements and provide clients with reliable recommendations. Yet Switzerland lacks, at both national and cantonal levels, competence centres and agile solutions to promote reuse; expert assessments are therefore essential to compensate for the lack of formal guarantees.

Beyond a material passport, a structural passport is needed to make the reuse of existing buildings – particularly from the 1960s – much easier whenever original structural verifications are still available. It is also necessary to recover the ability to design restrained structures, avoiding oversizing and excessive use of composite materials, and to plan from the outset for disassembly and repairability (the principle of «system separation»). This requires more meticulous coordination among trades, but yields significant resource savings over the entire life cycle of a building.

## Maintenance and upgrading: achieving more with less

Switzerland has a highly dense built environment. The replacement value of national technical infrastructure alone is estimated at around 1,000 billion francs, with corresponding emission impacts.<sup>2</sup> Maintenance and renewal of this infrastructure constitute a major challenge for the state, industry and society. Sustainable infrastructure depends on coordinated action in maintenance, renewal and innovation. Extending service life, conserving resources and deploying new technologies are essential to ensure that «more» also means «better». Targeted maintenance strategies, materially efficient construction and digital monitoring systems help reduce envi-



4-5 Ponte Guillemaux a Payerne (Louis Bosset, 1921). Conservazione dell'opera mediante il rafforzamento della struttura. Foto Eugen Brühwiler

4-5 Guillemaux Bridge in Payerne (Louis Bosset, 1921). Work preserved by strengthening the structure. Photo Eugen Brühwiler

emissioni. La Società nazionale delle ferrovie francesi (SNCF), ad esempio, ha sviluppato un programma che applica sottili piastre in calcestruzzo fibrorinforzato ad altissima resistenza (UHPRFC) su ponti in acciaio chiodato, prolungandone la vita utile e riducendo gli impatti ambientali ed economici rispetto a una nuova costruzione.<sup>4</sup>

### Innovazione attraverso la ricerca

Per raggiungere la neutralità climatica delle infrastrutture, servono sia sviluppi tecnologici sia strategie scientifiche sui materiali. Il calcestruzzo resta dominante, ma studi commissionati dall'Ufficio federale delle strade (USTRA) e UFAM, condotti dalla Berner Fachhochschule (BFH), mostrano che, in applicazioni come ecodotti, barriere antirumore o ponti secondari, l'impiego di elementi lignei può ridurre le emissioni di gas serra dal 5 al 75% rispetto alle soluzioni in calcestruzzo armato, a parità di durabilità.<sup>5</sup>

Un esempio è l'ecodotto di Neuenkirch, realizzato in struttura ibrida legno-calcestruzzo, che soddisfa pienamente i requisiti statici e di durabilità riducendo al contempo l'intensità di carbonio dei materiali.<sup>6</sup> Parallelamente, il Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca (EMPA) conduce ricerche su leganti a basse emissioni e materiali circolari, contribuendo insieme alla BFH al miglioramento dell'efficienza materiale e alla riduzione dell'impatto ambientale del settore svizzero delle costruzioni.<sup>7</sup> I risultati confermano che la riduzione delle emissioni dipende soprattutto dall'uso mirato di materiali alternativi – là dove sono tecnicamente più appropriati – piuttosto che dalla loro sostituzione totale.

### Formazione

Per conseguire gli obiettivi climatici nazionali servono non solo innovazioni tecnologiche, ma anche un trasferimento di conoscenze strutturato fra ricerca e pratica.

Gli ingegneri devono essere formati con un approccio che integri progettazione strutturale, analisi del ciclo di vita, gestione delle risorse e valutazione ambientale. Le due scuole politecniche federali (ETHZ e EPFL) offrono in tal senso il *Certificate of Advanced Studies (CAS) ETH in Infrastructure Construction Management*, un programma di perfezionamento orientato alla pratica.<sup>8</sup>

**6-7** INGE 2B, Bänziger Partner, B+S, Timbatec, passaggio faunistico a Neuenkirch: pensare oltre i confini del sistema. Foto Nils Sandmeier

**6-7** INGE 2B, Bänziger Partner, B+S, Timbatec, Neuenkirch wildlife crossing: Thinking beyond system boundaries. Photo Nils Sandmeier

ronmental impacts and advance the federal goal of climate neutrality by 2040.<sup>3</sup>

### Upgrading instead of replacing

Structural upgrades can match or exceed the performance of full replacement while significantly reducing consumption and emissions. The National Society of French Railways (SNCF) for instance, developed a programme applying thin layers of ultra-high-performance fibre-reinforced concrete (UHPRFC) to riveted steel bridges, extending their service life and lowering environmental and economic impacts compared with a new structure.<sup>4</sup>

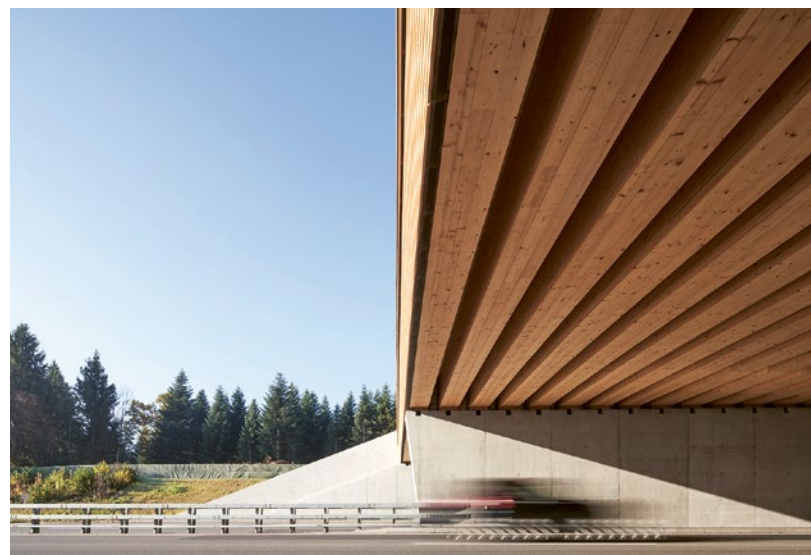
### Innovation through research

Achieving climate-neutral infrastructure requires technological advances and scientific strategies in materials. Concrete remains dominant, but studies commissioned by the Swiss Federal Roads Office (ASTRA) and FOEN and conducted by Berner Fachhochschule (BFH) show that in applications such as wildlife crossings, noise barriers or secondary bridges, timber elements can reduce greenhouse-gas emissions by 5 to 75 per cent compared with reinforced-concrete solutions of equivalent durability.<sup>5</sup>

An example is the Neuenkirch wildlife crossing, built in a hybrid timber-concrete structure that fully meets static and durability requirements while reducing the carbon intensity of materials.<sup>6</sup> At the same time, the Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) is conducting research on low-emission binders and circular materials, contributing – together with BFH – to improving material efficiency and reducing the environmental impact of Switzerland's construction sector.<sup>7</sup> The findings confirm that emission reductions depend primarily on the targeted use of alternative materials – where they are technically most appropriate – rather than their blanket substitution.

### Education

Meeting national climate targets requires not only technological innovation but also structured knowledge transfer between research and practice. Engineers must be trained with an approach that integrates structural design, life-cycle assessment, resource management and environmental evaluation. In this spirit, the two federal institutes of technology (ETHZ and EPFL) offer the practice-oriented Certificate of Advanced Studies (CAS) ETH in Infrastructure Construction Management.<sup>8</sup>



Un finanziamento stabile di ricerca e formazione è inoltre imprescindibile per mantenere la capacità innovativa e diffondere soluzioni a basse emissioni in tutta la Svizzera. In questa direzione opera l'iniziativa promossa da bauenschweiz con le principali associazioni del settore infrastrutturale (suisse.ing, SIA, Swissrail, VöV, Infra Suisse e l'Associazione svizzera per la gestione delle acque), volta a garantire risorse economiche e sinergie durature fra mondo produttivo, accademico e politico.

### Prospettive e conclusioni

Raggiungere la neutralità climatica nel settore delle costruzioni e delle infrastrutture richiede una trasformazione profonda del modo in cui progettiamo, costruiamo e manutendiamo. I progressi scientifici sui materiali a basse emissioni, combinati con strategie di manutenzione sistematiche e una formazione adeguata, possono ridurre progressivamente l'impatto ambientale dell'infrastruttura svizzera. Tuttavia, la decarbonizzazione completa della produzione di cemento – anche tramite tecnologie CCS (Carbon Capture and Storage) – rimane una sfida, a causa degli elevati contenuti di NO<sub>x</sub> nei fumi.<sup>9</sup>

Il ruolo dei progettisti cambia radicalmente: la sostenibilità richiede nuove competenze trasversali, ovvero le cosiddette *future skills* – comunicazione interdisciplinare, capacità di innovare e apertura al cambiamento. Solo una pianificazione integrata e olistica può garantire che edifici e infrastrutture siano ecologicamente sostenibili, economicamente efficienti e socialmente utili lungo l'intero ciclo di vita, in armonia con il contesto. Il coinvolgimento precoce e consapevole degli specialisti è la chiave per un settore delle costruzioni veramente sostenibile.

### Note | Notes

- 1 Per infrastruttura rigenerativa si intende un sistema integrato di strutture costruite, naturali e digitali, concepito non soltanto per preservare i sistemi ecologici e sociali, ma per rigenerarli attivamente. Questo tipo di infrastruttura promuove cicli chiusi di materiali e di energia, rafforza la resilienza rispetto ai mutamenti ecologici ed economici e genera, nel lungo periodo, effetti netti positivi per l'ambiente, la società e l'economia, attraverso il ripristino delle risorse naturali, la partecipazione sociale e circuiti economici orientati alla conservazione del valore. | Regenerative infrastructure refers to an integrated system of built, natural, and digital structures designed not merely to preserve ecological and social systems but to actively regenerate them. Such infrastructure supports closed material and energy cycles, enhances resilience to ecological and economic change, and produces long-term net-positive effects for the environment, society, and the economy by restoring natural resources, fostering social participation, and enabling value-preserving economic circuits.
- 2 Reti di trasporto, energia elettrica, acqua e comunicazione, sistemi di smaltimento delle acque reflue e dei rifiuti, opere di protezione, centrali elettriche ecc. | Transport, power, water, and communication networks; wastewater and waste-management systems; protective structures; power plants; etc.
- 3 KIG, Art. 10.
- 4 Bertola, «Sustainable Rehabilitation», 1-13.
- 5 Chabrelie, «Potenziale von Holz».
- 6 Neue Holzbau AG, «Montage».
- 7 Empa, «Advanced Structural Materials».
- 8 ETHZ, «CAS in Infrastructure».
- 9 Uno dei principali problemi della tecnologia CCS applicata alla produzione di cemento riguarda la reazione degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) con il solvente

Stable funding for research and education is also essential to maintain innovative capacity and disseminate low-emission solutions across Switzerland. This is the aim of the initiative launched by bauenschweiz together with major infrastructure associations (suisse.ing, SIA, Swissrail, VöV, Infra Suisse and the Swiss Water Management Association), which seeks to secure long-term financial resources and synergies between industry, academia and politics.

### Outlook and conclusion

Achieving climate neutrality in building and infrastructure requires a profound transformation in how we design, build and maintain. Scientific advances in low-emission materials, combined with systematic maintenance strategies and appropriate training, can gradually reduce the environmental footprint of Swiss infrastructure. Yet full decarbonization of cement production – even with CCS technologies – remains challenging due to high NO<sub>x</sub> concentrations in flue gases.<sup>9</sup>

The role of designers is being reshaped: sustainability demands new cross-cutting competencies, the so-called future skills – interdisciplinary communication, an ability to innovate and openness to change. Only integrated, holistic planning can ensure that buildings and infrastructure remain environmentally sustainable, economically efficient and socially beneficial throughout their life cycle, in harmony with their context. Early and informed involvement of specialists is the key to a truly sustainable construction sector.

di cattura durante il processo di separazione del CO<sub>2</sub>. Gli NO<sub>x</sub> sono presenti in concentrazioni relativamente elevate nei fumi di combustione di un cementificio e, reagendo con il solvente di cattura (spesso soluzioni di ammine organiche), possono generare prodotti indesiderati come le nitrosammine. Queste sostanze possono risultare nocive per la salute e compromettere l'integrità del solvente. | One of the main challenges of CCS technology in cement production is that nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) react with the capture solvent during CO<sub>2</sub> separation. NO<sub>x</sub> occurs at relatively high concentrations in the flue gas of a cement plant, and when it reacts with the capture solvent—often organic amine solutions—it can form unwanted by-products such as nitrosamines. These compounds may be harmful to human health and can degrade the capture solvent.

### Bibliografia | References

- Bertola, Numa, Philippe Schlitz, Emmanuel Denarié, & Eugen Brühwiler, *Sustainable Rehabilitation of Metallic Railway Bridges by Application of UHPFRC Overlays*, in «Frontiers in Built Environment», 2021, n. 7 <https://www.frontiersin.org/journals/built-environment/articles/10.3389/fbuilt.2021.769686/full>.
- Chabrelie, Aude, Heiko Thömen, *Potenziale von Holz im Infrastrukturbau – Endbericht For-schungs-auftrag TP3*, Bundesamt für Strassen (ASTRA) / Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern 2023.

### Sitografia | Online References

- «Klima- und Innovationsgesetz», Admin, Bern 2023 <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/abstimmungen/20230618/klimagesetz.html>.
- «Montage Wildtierüberführung Neuenkirch», Neue Holzbau AG, Alpnach 2023 <https://neueholzbau.ch/montage-wildtierueberfuehrung-neuenkirch>.

- «Advanced Structural Materials – Low Carbon Binders and Circular Construction Materials», Empa, Dübendorf 2023 <https://www.empa.ch/web/s303/advanced-structural-materials>.
- «CAS ETH in Infrastructure Construction Management», ETH, Zurich 2024 <https://sce.ethz.ch/en/programmes-and-courses/search-current-courses/cas/cas-eth-infrastrukturbau.html>.
- «I nuovi materiali "aumentati" generati dal legno», Espazium, 2023 <https://www.espazium.ch/it/attualita/i-nuovi-materiali-aumentati-generati-dal-legno>.
- «Umwelt Schweiz 2022 – Bericht des Bundesrates», BAFU, Bern 2022 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html>.
- «Nachhaltiges Bauen – Hochbau – Verständigungsnorm zu SIA 112», SIA [https://www.ecobau.ch/resources/uploads/Publikationen/SIA112-1\\_2017\\_d.pdf](https://www.ecobau.ch/resources/uploads/Publikationen/SIA112-1_2017_d.pdf) [https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/112-1\\_2017\\_i/D/Product](https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/112-1_2017_i/D/Product).
- «Factsheetdurabilite 4», Api Swiss [https://api.swiss-academies.ch/site/assets/files/100233/hep\\_factsheetdurabilite4.pdf](https://api.swiss-academies.ch/site/assets/files/100233/hep_factsheetdurabilite4.pdf).
- «What is regenerative infrastructure?» Demos Helsinki <https://demoshelsinki.fi/what-is-regenerative-infrastructure/>.
- «Weniger ist mehr» Beton Suisse <https://betonsuisse.ch/Inspiration/Weniger-ist-mehr/>.
- «Jahresberichte» Cem Suisse <https://www.cemsuisse.ch/jahresberichte/>.
- «Concrete» ETHZ <https://concrete.ethz.ch/blog/umweltfreundliche-betonbauten/>.
- «Thema Boden» BAFU <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/inkuerze.html>.

Valeria Gozzi

# Paradigmi di progettazione sostenibile



La sostenibilità delle opere strutturali è spesso discussa attraverso la lente dei materiali o dei processi costruttivi. Tuttavia, nell'ambito dell'ingegneria strutturale,

l'impatto ambientale, economico e sociale di un intervento è determinato in misura prevalente dalla sua concezione preliminare, cioè dall'insieme delle scelte formulate nella fase ideativa iniziale. È in questo momento che vengono definiti lo schema statico, la geometria essenziale, le strategie di trasferimento dei carichi, la natura e la quantità dei materiali, le condizioni di ispezionabilità, la durabilità attesa e il potenziale di adattabilità dell'opera.<sup>1</sup>

La letteratura nel campo del *Life Cycle Assessment* (LCA) e del *Life Cycle Sustainability Assessment* (LCSA) evidenzia come tali decisioni iniziali influenzino tra il 70% e il 90% degli impatti generati lungo l'intero ciclo di vita di una opera di ingegneria civile.<sup>2</sup> Le scelte assunte in questa fase non solo determinano la configurazione del sistema resistente, ma orientano anche le traiettorie future di manutenzione, trasformazione, dismissione e, quando possibile, riuso. In questo senso, la sostenibilità non si configura come un insieme di accorgimenti applicati a valle, ma come una proprietà emergente della qualità delle prime decisioni progettuali.

Comprendere la sostenibilità come esito diretto delle scelte adottate nelle fasi iniziali implica adottare una prospettiva sistemica: il progetto strutturale, come gli altri livelli di progettazione (architettonico, impiantistico, paesaggistico ecc.) è un organismo che evolve nel tempo, interagisce con il contesto e incorpora costi e benefici distribuiti su scale temporali pluridecennali. Per questo motivo, la fase di concezione rappresenta il momento di massima efficacia per ridurre l'impronta materiale, ottimizzare le risorse, incrementare la robustezza del sistema e predisporre, sin dall'origine, strategie di durabilità, ispezione, sostituibilità e adattabilità.

Un aspetto preliminare, ma centrale, nella valutazione della sostenibilità di qualsiasi intervento consiste nel determinare se la realizzazione di una nuova opera sia effettivamente necessaria. La letteratura sulla gerarchia delle 9R

Valeria Gozzi, engineer **POLITO**, lecturer at **SUPSI**

# Sustainable Design Paradigms



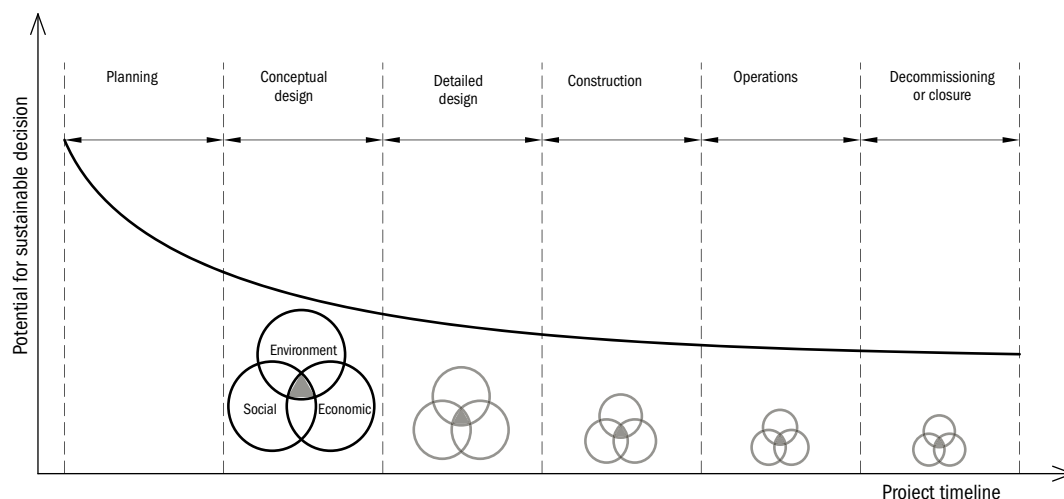
The sustainability of structural works is frequently examined through the lens of materials or construction processes. Within structural engineering, however,

the environmental, economic, and social impacts of an intervention are predominantly determined by its preliminary design – namely, the ensemble of decisions formulated during the initial conceptual phase. It is at this stage that the structural scheme, essential geometry, load-transfer strategies, the nature and quantity of materials, inspectability conditions, anticipated durability, and potential for adaptability are defined.<sup>1</sup>

Literature in the fields of Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) indicates that these early decisions influence between 70 % and 90 % of the impacts generated throughout the entire life cycle of a civil engineering work.<sup>2</sup> Choices made during this phase not only determine the configuration of the structural system but also guide future trajectories of maintenance, transformation, decommissioning, and, where feasible, reuse. Consequently, sustainability should not be regarded as a set of downstream measures but as an emergent property of the quality of initial design decisions.

Interpreting sustainability as a direct outcome of early-phase decisions necessitates a systemic perspective: the structural design, like other layers of design (architectural, MEP, landscape, etc.), is an evolving organism – interacting with its context and embedding costs and benefits across multi-decadal temporal scales. Therefore, the conceptual phase represents the point of maximal leverage to reduce material footprints, optimize resource utilization, enhance system robustness, and embed strategies for durability, inspectability, replaceability, and adaptability from the outset.

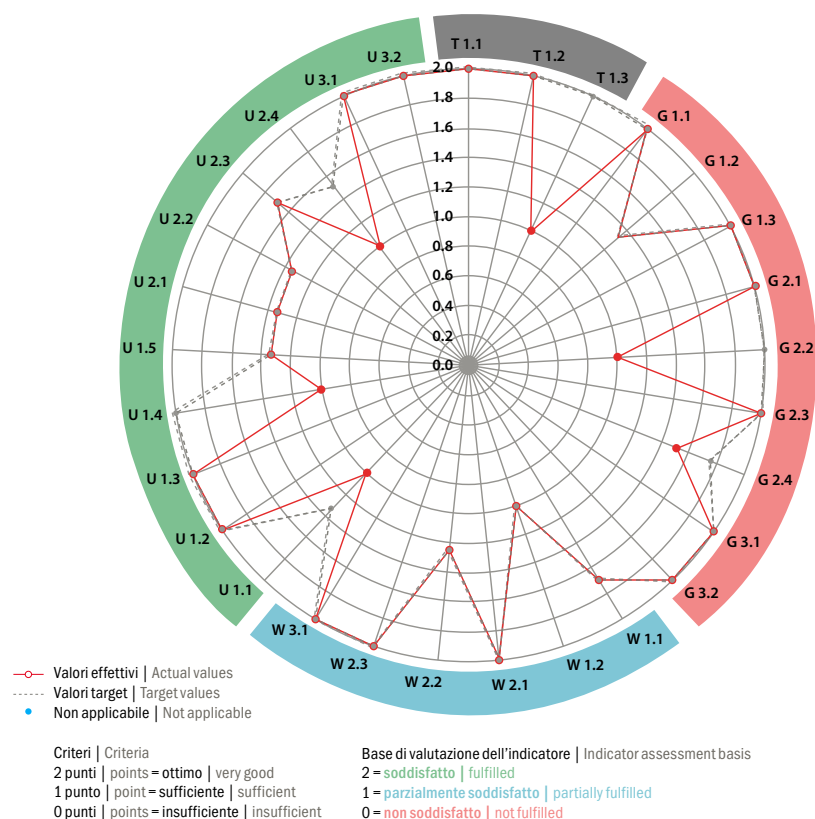
A preliminary yet central aspect of evaluating the sustainability of any intervention consists in determining whether the construction of a new structure is truly necessary. Literature on the 9R hierarchy («refuse, rethink, reduce, re-use, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle») identifies the principle of avoiding or minimizing new construction as the most effective means of containing environ-



**1** Potenziale di integrazione della sostenibilità nelle fasi progettuali. Con l'avanzare del progetto diminuisce la possibilità di influenzare materiali, strategie costruttive e impatti ambientali, evidenziando l'importanza delle fasi iniziali. Fonte cfr. nota 1

**1** Potential for sustainability integration across project phases. As the project progresses, the ability to influence materials, construction strategies, and environmental impacts decreases, highlighting the importance of the early stages. Source cf. note 1

## H18 - Tangenziale est di La Chaux-de-Fonds | La Chaux-de-Fonds East bypass



| Criteria | Criterio                                                                                                                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T 1.1    | Valutazione della sostenibilità   Sustainability assessment                                                                                                                                                            |
| T 1.2    | Definizione degli obiettivi e delimitazione del sistema   Definition of objectives and system boundaries                                                                                                               |
| T 1.3    | Conflitti di obiettivi e sinergie   Conflicting objectives and synergies                                                                                                                                               |
| G 1.1    | Pianificazione territoriale, paesaggi, siti costruiti e spazio culturale   Land use planning, landscapes, built-up areas and cultural space                                                                            |
| G 1.2    | Qualità dell'habitat e convivenza   Habitat quality and coexistence                                                                                                                                                    |
| G 1.3    | Accesso alle infrastrutture e qualità degli spazi di fruizione   Access to infrastructure and quality of quality of public spaces                                                                                      |
| G 2.1    | Comunicazione e partecipazione   Communication and participation                                                                                                                                                       |
| G 2.2    | Comportamento socialmente accettabile   Socially acceptable behaviour                                                                                                                                                  |
| G 2.3    | Sicurezza giuridica   Legal certainty                                                                                                                                                                                  |
| G 2.4    | Solidarietà, equità, effetto di ripartizione   Solidarity, equity, distribution effects                                                                                                                                |
| G 3.1    | Sicurezza sul lavoro, prevenzione degli infortuni, soccorso e salute   Occupational safety, accident prevention, rescue and health                                                                                     |
| G 3.2    | Protezione contro le aggressioni e la criminalità   Protection against aggression and crime                                                                                                                            |
| W 1.1    | Rapporto costi-benefici in termini di economia aziendale   Cost-benefit ratio in operating economy                                                                                                                     |
| W 1.2    | Flessibilità d'uso, capacità di adattamento e di smantellamento   Flexibility of use, adaptability and dismantling capacity                                                                                            |
| W 2.1    | Rapporto costi-benefici in termini di economia pubblica   Cost-benefit ratio in public economy                                                                                                                         |
| W 2.2    | Effetti economici regionali   Regional economic effects                                                                                                                                                                |
| W 2.3    | Utilizzo economico delle infrastrutture esistenti   Economic use of existing infrastructure                                                                                                                            |
| W 3.1    | Finanziamento adeguato   Adequate financing                                                                                                                                                                            |
| U 1.1    | Consumo energetico   Energy consumption                                                                                                                                                                                |
| U 1.2    | Uso del suolo, riuso delle superfici, protezione del suolo   Use and recycling of land, soil protection                                                                                                                |
| U 1.3    | Siti inquinati   Contaminated sites                                                                                                                                                                                    |
| U 1.4    | Recupero dei materiali di scavo, di demolizione e di smantellamento, non contaminati e contaminati (rifiuti)   Recovery of uncontaminated and contaminated excavation, demolition and deconstruction materials (waste) |
| U 1.5    | Utilizzo di materiali e risorse rispettosi dell'ambiente   Use of environmentally friendly materials and resources                                                                                                     |
| U 2.1    | Impatto sul clima   Climate impact                                                                                                                                                                                     |
| U 2.2    | Impatto ambientale   Environmental impact                                                                                                                                                                              |
| U 2.3    | Acque superficiali e falde freatiche   Surface water and groundwater                                                                                                                                                   |
| U 2.4    | Natura e paesaggio   Nature and landscape                                                                                                                                                                              |
| U 3.1    | Pericoli naturali   Natural hazards                                                                                                                                                                                    |
| U 3.2    | Incidenti rilevanti   Major accidents                                                                                                                                                                                  |

(*refuse, rethink, reduce, re-use, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle*) identifica infatti il principio di evitare o ridurre la nuova costruzione come il livello più efficace nel contenimento degli impatti ambientali ed economici.<sup>3</sup> Come discusso anche in altri contributi di questo numero, la verifica della necessità dell'opera costituisce dunque il primo filtro metodologico della progettazione sostenibile.

Qualora l'analisi dimostri che una nuova infrastruttura sia indispensabile, diventa evidente come l'approccio fondato sulle scelte iniziali di configurazione strutturale rappresenti il principale determinante delle prestazioni di sostenibilità dell'opera. Nei progetti ex novo, l'assenza di vincoli morfologici o materiali preesistenti consente infatti di integrare obiettivi ambientali, economici e sociali direttamente nella definizione dello schema resistente, nella geometria di base e nelle strategie di durabilità sin dalla fase ideativa.<sup>4</sup>

Ciò comporta un implicito dovere professionale: investire tempo, competenze e strumenti analitici nelle fasi iniziali del processo, consapevoli che tali decisioni influenzeranno non solo l'efficienza strutturale, ma anche i futuri scenari di manutenzione, adattabilità, trasformazione e, quando possibile, riuso. La letteratura sul *design-for-sustainability* e sul *design-for-disassembly* conferma infatti che le traiettorie di impatto lungo il ciclo di vita sono determinate in larga misura da queste prime scelte.<sup>5</sup>

In Svizzera, diversi interventi recenti mostrano un'evoluzione nelle pratiche progettuali orientate alla sostenibilità. Il tunnel ferroviario di Eppenberg, lungo 4 km, rappresenta un caso significativo: la definizione del tracciato e la pianificazione dello scavo hanno permesso di riutilizzare in loco oltre il 90% del materiale estratto, riducendo drasticamente il numero di trasporti esterni e le relative emissioni. Si tratta di un esempio efficace di come decisioni prese nella fase preliminare, in questo caso la geometria e l'ottimizzazione del percorso, condizionino gli impatti lungo tutto il ciclo di vita.

**2** Valutazione di sostenibilità della H18, Tangenziale Est di La Chaux-de-Fonds secondo SNBS Infrastruktur, che integra criteri ambientali, sociali ed economici lungo tutto il ciclo di vita, supportando scelte progettuali ottimizzate fin dalle prime fasi. Fonte dei dati nnbs.ch

**2** Sustainability assessment of the H18, Eastern Bypass of La Chaux-de-Fonds according to SNBS Infrastructure. It integrates environmental, social, and economic criteria across the entire life cycle, supporting optimized design decisions from the early stages. Data source nnbs.ch

mental and economic impacts.<sup>3</sup> As discussed in other contributions in this issue, verifying the necessity of a project thus constitutes the first methodological filter in sustainable design.

Where analysis demonstrates that new infrastructure is indispensable, it becomes evident that an approach grounded in early structural configuration decisions constitutes the primary determinant of sustainability performance. In greenfield projects, the absence of pre-existing morphological or material constraints enables the direct integration of environmental, economic, and social objectives into the definition of the structural scheme, base geometry, and durability strategies from the conceptual phase.<sup>4</sup>

This imposes an implicit professional obligation – to allocate time, expertise, and analytical tools in the initial stages of the process, with the understanding that these decisions will influence not only structural efficiency but also future scenarios of maintenance, adaptability, transformation, and, where possible, reuse. Literature on *design-for-sustainability* and *design-for-disassembly* confirms that life-cycle impact trajectories are largely determined by these early-phase choices.<sup>5</sup>

In Switzerland, several recent interventions illustrate an evolution in sustainability-oriented design practices. The Eppenberg railway tunnel, spanning 4 km, represents a significant case – the alignment definition and excavation planning enabled over 90% of the excavated material to be reused on-site, drastically reducing external transport and associated

Una logica analoga emerge nel progetto del tunnel Albula II sulla rete della R  tische Bahn. La scelta di seguire un tracciato geologicamente favorevole ha consentito di limitare i volumi di scavo e semplificare la gestione dei materiali, mentre la logistica di cantiere   stata configurata per ridurre gli impatti ambientali nelle valli alpine, un contesto particolarmente sensibile. Anche in questo caso,   evidente come le strategie definite nella fase di concezione, tracciato, accessi, gestione del materiale di scavo, determinino in larga misura la sostenibilit  dell'opera, confermando quanto indicato dalla letteratura LCA/LCSA.

Un ulteriore esempio di approccio strutturato alla sostenibilit    rappresentato dalla tangenziale est H18 di La Chaux-de-Fonds (fig. 2), inserita tra i casi di riferimento nel quadro SNBS Infrastrutture. Tale inquadramento evidenzia la rilevanza di questo standard per l'ingegneria civile: in origine, il sistema SNBS era sviluppato esclusivamente per il settore degli edifici, mentre la successiva estensione al dominio infrastrutturale ha consentito di formalizzare un insieme coerente di criteri ambientali, sociali e procedurali calibrati sulle specificit  delle opere civili. Questa evoluzione costituisce un avanzamento metodologico significativo, poich  permette di integrare la valutazione della sostenibilit  gi  nelle fasi preliminari di concezione, assicurando una maggiore trasparenza e comparabilit  delle prestazioni e fornendo un quadro strutturato per la progettazione orientata al ciclo di vita.

Bench  tali interventi rappresentino un progresso significativo nelle pratiche di gestione dei materiali e della logistica di cantiere, essi rimangono riconducibili a un paradigma progettuale essenzialmente lineare, in cui la mitigazione degli impatti deriva prevalentemente da ottimizzazioni operative piuttosto che da una riformulazione del sistema strutturale. Una discontinuit  metodologica emerge invece nei progetti pi  recenti, nei quali i principi di sostenibilit  sono integrati direttamente nella fase di concezione, orientando sin dall'inizio la configurazione resistente, la scelta dei materiali e le strategie di montaggio.

Il ponte urbano Green Ribbon di Renens (fig. 3) rappresenta uno degli esempi pi  avanzati in cui la progettazione concettuale ha orientato in modo determinante le prestazioni di sostenibilit  di un'opera strutturale. Fin dall'impostazione preliminare, il progetto   stato guidato dal principio di ridurre al minimo la quantit  di materiale e massimizzare l'efficienza strutturale, assumendo leggerezza, prefabbricazione e reversibilit  non come obiettivi secondari, ma come vincoli generatori della configurazione resistente. La scelta di una struttura modulare in acciaio completamente prefabbricata, assemblata a secco senza getti in opera, deriva direttamente da queste decisioni iniziali: la smontabilit , la rapidit  di montaggio, la ridotta quantit  di materiale e la facilitata ispezionabilit  non sono il risultato di ottimizzazioni successive, ma conseguenze dirette del paradigma progettuale adottato. La definizione dello schema statico – calibrato per massimizzare il rapporto rigidit /peso – ha consentito di contenere in modo significativo la massa strutturale, riducendo sia il fabbisogno di acciaio sia le sollecitazioni trasmesse alle fondazioni.

Si tratta infatti di un sistema reticolare spaziale piegato e continuo, in cui la stabilit  globale, la risposta alle azioni orizzontali e alle dilatazioni termiche sono affidate alla geometria stessa, evitando controventi aggiuntivi o giunti strutturali complessi. Le travi reticolari laterali adottano montanti compressi a Y ad alta snellezza, che migliorano il comportamento all'instabilit  e consentono una riduzione delle sezioni rispetto a soluzioni tradizionali. L'ottimizzazione del flusso delle forze e delle sezioni ha permesso una riduzione di circa il 20% della massa di acciaio.

emissions. This exemplifies how decisions taken during the preliminary phase – in this case, geometry and route optimization – influence life-cycle impacts.

A similar rationale is observed in the Albula II tunnel project on the Rhaetian Railway network. The choice to follow a geologically favorable alignment minimized excavation volumes and simplified material management, while construction-site logistics were configured to mitigate environmental impacts in sensitive Alpine valleys. In this instance, it is evident that strategies defined during the conceptual phase – including alignment, access points, and excavation material management – substantially determine the project's sustainability, corroborating findings from LCA/LCSA literature.

Another example of a structured approach to sustainability is the eastern bypass H18 in La Chaux-de-Fonds (fig. 2), included among reference cases within the SNBS Infrastructure framework. This inclusion highlights the applicability of this standard to civil engineering: initially developed exclusively for buildings, the SNBS system's subsequent extension to infrastructure formalized a coherent set of environmental, social, and procedural criteria calibrated to civil works. This development represents a significant methodological advancement, allowing sustainability assessment to be integrated from the preliminary design phases, ensuring transparency and comparability of performance, and providing a structured framework for life-cycle-oriented design.

Although these interventions signify substantial progress in material management and construction-site logistics, they remain aligned with an essentially linear design paradigm – in which impact mitigation derives predominantly from operational optimization rather than systemic reformulation of the structural system. A methodological discontinuity is instead observed in more recent projects, where sustainability principles are integrated directly within the conceptual phase, guiding from inception the structural configuration, material selection, and assembly strategies.

The Green Ribbon urban bridge in Renens (fig. 3) constitutes one of the most advanced examples in which conceptual design decisively influenced the sustainability performance of a structural work. From the preliminary phase, the project was driven by the principle of minimizing material quantities and maximizing structural efficiency – treating lightness, prefabrication, and reversibility not as secondary objectives but as constraints shaping the structural configuration. The choice of a fully prefabricated modular steel structure, assembled dry without in-situ casting, derives directly from these initial decisions – disassembly, rapid assembly, reduced material usage, and enhanced inspectability are not outcomes of subsequent optimizations but direct consequences of the adopted design paradigm. The structural scheme – calibrated to maximize the stiffness-to-weight ratio – significantly reduced structural mass, lowering both steel demand and foundation loads.

It is, in fact, a continuous, folded spatial lattice system, where global stability, response to lateral loads, and thermal expansions are governed entirely by the geometry itself, eliminating the need for additional bracing or complex structural joints. The lateral lattice beams feature slender, Y-shaped compression struts that enhance buckling performance and allow for smaller sections compared with conventional solutions. Optimising the flow of forces and member sizes has enabled a reduction of approximately 20% in the steel mass.

The Passerelle de Cigarières in Yverdon-les-Bains (cfr. fig. 1, p. 13) demonstrates that sustainability principles

3 Farra Zoumboulakis & Associates, Ingeni, L'Atelier du Paysage, Tekhne, Green Ribbon urban bridge, Renens, 2023. La passerella sfrutta la geometria per garantire stabilità, trasferire i carichi verticali e assorbire le dilatazioni, riducendo il quantitativo di acciaio strutturale. Foto M. Bonvin

3 Farra Zoumboulakis & Associates, Ingeni, L'Atelier du Paysage, Tekhne, Green Ribbon urban bridge, Renens, 2023. The footbridge leverages its geometry to ensure stability, transfer vertical loads, and accommodate expansions, thereby reducing the amount of structural steel. Photo M. Bonvin



La Passerelle de Cigarières a Yverdon-les-Bains (cfr. fig. 1, p. 13) evidenzia come i principi di sostenibilità possano essere integrati efficacemente già nella fase di concezione strutturale. L'opera è realizzata in acciaio XCarb, caratterizzato da un elevato contenuto riciclato e da processi industriali alimentati da energia rinnovabile, con una riduzione significativa delle emissioni associate alla produzione siderurgica. La passerella è interamente prefabbricata e assemblata a secco, soluzione che limita l'impatto del cantiere e garantisce un elevato controllo qualitativo. L'*Environmental Product Declaration* del materiale impiegato indica una *carbon footprint* dell'ordine di 0.9-1.2 tCO<sub>2</sub>eq/t, evidenziando il contributo effettivo del materiale alle prestazioni ambientali complessive. Nel caso delle Cigarières, la sostenibilità deriva da una interazione combinata tra le scelte materiche e la configurazione strutturale definita nelle fasi preliminari. Lo schema statico è stato infatti ottimizzato per ottenere sezioni leggere ed efficienti, ridurre il numero di componenti e consentire un montaggio rapido, coerente con le logiche della prefabbricazione. La prestazione ambientale dell'opera è quindi il risultato di un *Conceptual design* orientato all'efficienza, potenziato dall'adozione di un materiale a ridotte emissioni incorporate. Questo caso offre infatti l'occasione per richiamare il ruolo crescente della ricerca sui materiali nel rinnovare il repertorio dell'ingegneria strutturale. Accanto agli acciai riciclati, negli ultimi anni si sono sviluppate tecnologie che permettono di ripensare in chiave sostenibile anche materiali tradizionalmente più impattanti, come il calcestruzzo. Tra queste, il *Carbon Prestressed Concrete* (CPC) è stato applicato, ad esempio, per la realizzazione di solai prefabbricati ultrasottili e di piccole passerelle pedonali sperimentali, dove la combinazione tra snellezza, riduzione del peso proprio e maggiore durabilità ha consentito di diminuire in modo rilevante la quantità di materiale impiegato. Questi sviluppi non vanno intesi come alternative dirette alle soluzioni in acciaio, ma come esempi di un panorama tecnologico in rapida evoluzione che amplia le possibilità progettuali e permette di integrare criteri di sostenibilità già nella fase di concezione.

Tuttavia, nel contesto svizzero è ancora assente un'integrazione sistematica del riuso strutturale nella progetta-

can be effectively embedded at the structural conception stage. The bridge is fabricated from XCarb steel – with high recycled content and industrial processes powered by renewable energy, achieving a significant reduction in steel production – related emissions. Fully prefabricated and dry-assembled, this approach limits site impact and ensures high-quality control. The Environmental Product Declaration (EPD) of the material indicates a carbon footprint on the order of 0.9–1.2 of 1.2 tCO<sub>2</sub>eq/t, highlighting its contribution to overall environmental performance. In this case, sustainability results from the combined effect of material selection and the structural configuration defined during the preliminary phase. The structural scheme was optimized to achieve light and efficient sections, reduce the number of components, and enable rapid assembly, consistent with prefabrication principles. The environmental performance of the work thus stems from a conceptual design oriented toward efficiency, reinforced by the adoption of low-emodied-emission materials. This case also underscores the growing role of material research in renewing the structural engineering repertoire. In addition to recycled steels, technologies enabling more sustainable reinterpretation of traditionally high-impact materials, such as concrete, have been developed. Among these, Carbon Prestressed Concrete (CPC) has been applied in ultra-thin prefabricated slabs and small experimental pedestrian bridges – where slenderness, reduced self-weight, and enhanced durability have significantly decreased material use. These developments should not be regarded as direct alternatives to steel solutions but as exemplars of a rapidly evolving technological landscape, expanding design possibilities and enabling sustainability criteria to be embedded from the conceptual phase.

Nonetheless, in the Swiss context, systematic integration of structural reuse in new infrastructure design remains absent. Established circular economy practices are more prevalent in the building sector – where interventions involving the reuse of recovered structural elements (beams, columns, slabs, prefabricated panels, or metallic components) have multiplied in recent years, with varying degrees of transformation and adaptation, as discussed in other contributions in this issue. In contrast, infrastructures such as



Fig. 4

4 Explorations Architecture, Schlaich Bergemann & Partner, passerella Lucie Bréard, Parigi (F) 2024. Cantiere delle passerelle olimpiche di Parigi 2024: il riuso in situ della travata principale ( $\approx 280$  t) ha evitato circa 140 tCO<sub>2</sub>-eq. a campata è stata sollevata e riposizionata mediante piattaforme modulari semoventi (SPMT). Foto Sernavision/Razel-Bec

4 Explorations Architecture, Schlaich Bergemann & Partner, Lucie Bréard footbridge, Paris (F) 2024. Paris 2024 Olympic walkway construction site: the on-site reuse of the main girder ( $\approx 280$  t) avoided approximately 140 tCO<sub>2</sub>-eq. Each span was lifted and repositioned using self-propelled modular transporters (SPMTs). Photo Sernavision/Razel-Bec

zione di nuove infrastrutture. Le pratiche di economia circolare maggiormente consolidate si concentrano infatti nel settore edilizio, dove negli ultimi anni si sono moltiplicati interventi che prevedono il reimpiego di elementi strutturali recuperati, travi, pilastri, solai, pannelli prefabbricati o componenti metallici, con gradi differenti di trasformazione e adattamento, come discusso in altri contributi di questo numero. Al contrario, infrastrutture quali ponti, passerelle e opere idrauliche raramente adottano strategie di smontabilità, adattabilità o rigenerazione, e ancor meno sperimentano la realizzazione di nuove infrastrutture attraverso il reimpiego di elementi strutturali provenienti da smontaggi selettivi o da cicli d'uso precedenti. Tale assenza è particolarmente significativa se confrontata con esperienze internazionali che ne dimostrano la piena fattibilità tecnica, ambientale ed economica. Tra i casi più significativi nel panorama europeo, il progetto Tan House Footbridge rappresenta un esempio emblematico di riduzione dell'impatto ambientale tramite l'impiego di materiali riutilizzati. Per la passerella pedonale è stato utilizzato acciaio precedentemente prodotto ma mai impiegato in cantiere, ossia un surplus industriale: materiali già fabbricati e certificati, pronti per l'uso ma non ancora installati in altre opere. Questo approccio permette di ridurre in modo consistente l'energia incorporata e le emissioni rispetto a una soluzione equivalente realizzata con acciaio nuovo. L'intervento dimostra come l'impiego di materiali di seconda vita possa essere valutato e certificato mediante metodologie LCA consolidate, configurandosi come una pratica replicabile in progetti infrastrutturali futuri.

bridges, walkways, and hydraulic works rarely adopt disassembly, adaptability, or regeneration strategies – and even less frequently implement new infrastructure using structural elements sourced from selective dismantling or prior use cycles. This absence is particularly significant when compared with international experiences demonstrating full technical, environmental, and economic feasibility. Among the most notable examples in Europe, the Tan House Footbridge project exemplifies the reduction of environmental impact through the use of reclaimed materials. The pedestrian bridge was built using steel that had been previously produced but never used on site—industrial surplus: prefabricated, certified materials ready for deployment but not yet incorporated into any other structure. This strategy significantly reduces embodied energy and associated emissions compared with an equivalent design using new steel. The project illustrates how second-life materials can be rigorously assessed and certified through established LCA methodologies, offering a replicable model for future infrastructure projects. An even more radical approach characterizes the Olympic pedestrian bridges of Paris 2024 (fig. 4) – entirely constructed from existing on-site structural elements, with no new production. This strategy, relying on the availability and reinterpretation of existing material assets, achieved an almost zero-emission footprint and constitutes an advanced example of full-reuse-oriented design.

These cases illustrate that, within Europe, infrastructure projects based on reuse are increasingly widespread – indicating a transition toward construction models more

#### Note | Notes

- 1 Gozzi, «Integrating Sustainability Indicators».
- 2 Frangopol, «Bridge Life-Cycle»; Milić, «Life cycle assessment of the sustainability»; Romo, «Conceptual Design of Bridges».
- 3 Reike, «The Circular Economy».
- 4 Navarro, «Life cycle sustainability assessment»; Zabalza Bribián, «Life Cycle Assessment».
- 5 Akinade, «Design for Deconstruction»; Vicente, «Design for Sustainability Tools».

#### Bibliografia | References

- Akinade, Olugbenga O., Lukumon O. Oyedele, Saheed O. Ajayi, et al. «Design for Deconstruction (DfD): Critical Success Factors for Diverting End-of-Life Waste from Landfills». *Waste Management* 60 (2017): 3-13 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.017>.
- Frangopol, Dan M., You Dong, & Samantha Sabatino. «Bridge Life-Cycle Performance and Cost: Analysis, Prediction, Optimisation and Decision-Making». *Structure and Infrastructure Engineering* 13 (10), (2017): 1239-57. <https://doi.org/10.1080/15732479.2016.1267772>.
- Gozzi, Valeria, & Leidy Guante Henriquez. «Integrating Sustainability Indicators in Conceptual Design of Footbridges: A Decision-Support Framework for Environmental, Economic, and Structural Performance». *Sustainability* 17 (10), (2025): 4562. <https://doi.org/10.3390/su17104562>.
- Milić, Ivana, & Jelena Bleiziffer. «Life cycle assessment of the sustainability of bridges: methodology, literature review and knowledge gaps». *Frontiers in Built Environment* 10 (2024): 1410798. <https://doi.org/10.3389/fbu.2024.1410798>.

Un approccio più radicale caratterizza le passerelle olimpiche di Parigi 2024 (fig. 4), interamente realizzate con elementi strutturali esistenti in loco, senza alcuna nuova produzione. Tale strategia, basata sulla disponibilità e sulla reinterpretazione del patrimonio materiale presente, ha permesso di raggiungere un'impronta emissiva quasi nulla: un esempio avanzato di progettazione orientata al riuso integrale.

Quanto detto mostra come nel panorama europeo, i progetti infrastrutturali basati sul riuso stiano assumendo una diffusione crescente, evidenziando una transizione verso modelli costruttivi più compatibili con i principi dell'economia circolare. In Svizzera, invece, l'adozione di tali pratiche rimane ancora marginale, in particolare nell'ambito delle opere pubbliche. Questo divario non segnala soltanto una difficoltà operativa, ma riflette barriere di natura normativa, istituzionale e culturale che limitano l'integrazione del riuso strutturale nei processi di progettazione. Le cause non sono esclusivamente tecniche. L'attuale quadro normativo, a partire dalle norme SIA, non fornisce indicazioni esplicite o procedure codificate per l'impiego di componenti strutturali già utilizzati. A ciò si aggiungono le restrizioni dei modelli assicurativi, che tendono a escludere o limitare la copertura di responsabilità per elementi non nuovi, anche quando essi siano stati sottoposti a verifiche e certificazioni adeguate. Inoltre, i sistemi di calcolo degli onorari professionali, fondati su metriche volumetriche o quantitative, raramente incentivano modelli progettuali circolari, i quali richiedono tempo aggiuntivo per analisi preliminari, inventari materiali, valutazioni di idoneità e coordinamento interdisciplinare. Sul piano della formazione, il quadro è analogo. Nei principali percorsi accademici di ingegneria civile mancano corsi strutturati dedicati a LCSA, EPD, S-ROI (*Social Return on Investment*) o alla valutazione sociale delle opere; concetti quali *Baukultur*, valore d'uso, adattabilità o disassemblabilità sono spesso marginali e difficilmente si traducono in competenze operative per i futuri progettisti. Un ulteriore fattore riguarda la cultura della committenza, pubblica e privata, che tende a considerare la sostenibilità come un vincolo accettabile solo quando produce ritorni economici immediati o vantaggi reputazionali diretti. L'assenza di strumenti valutativi come nei bandi e nelle procedure di gara impedisce di riconoscere e premiare soluzioni che generano benefici collettivi distribuiti nel tempo, quali riduzione degli impatti futuri, prolungamento della vita utile e valorizzazione del patrimonio materiale esistente.

I casi analizzati dimostrano tuttavia che una progettazione strutturale sostenibile, misurabile e orientata al ciclo di vita è già oggi tecnicamente possibile. Perché essa diventi pratica corrente e non eccezione, è necessaria un'evoluzione sistemica: aggiornare il quadro normativo, adeguare i modelli assicurativi, riformare gli strumenti contrattuali, riconoscere il valore del progetto nelle sue fasi iniziali e formare ingegneri capaci di operare secondo una logica complessa e intertemporale. Solo in questo modo il settore potrà integrare stabilmente il riuso, la durabilità e l'adattabilità come componenti standard della concezione strutturale.

aligned with circular economy principles. In Switzerland, the adoption of such practices remains marginal, particularly within public works. This gap reflects not only operational challenges but also regulatory, institutional, and cultural barriers that limit the integration of structural reuse into design processes. The causes are not exclusively technical – the current regulatory framework, including SIA standards, does not provide explicit guidance or codified procedures for the use of reused structural components. Additionally, insurance models tend to exclude or restrict liability coverage for non-new elements, even when appropriately verified and certified. Furthermore, professional fee calculation systems, often based on volumetric or quantitative metrics, rarely incentivize circular design models – which require additional time for preliminary analyses, material inventories, suitability assessments, and interdisciplinary coordination. From an educational perspective, the situation is similar – structured courses on LCSA, EPDs, S-ROI (*Social Return on Investment*), or social assessment of works are largely absent from core civil engineering curricula, and concepts such as *Baukultur*, use value, adaptability, or disassemblability are often marginal and seldom translated into operational competencies for future designers. Another factor concerns client culture, public and private alike – which tends to regard sustainability as an acceptable constraint only when it produces immediate economic returns or direct reputational advantages. The absence of evaluative tools, as in tenders and procurement procedures, prevents recognition and reward for solutions generating collective, long-term benefits – such as reduced future impacts, extended service life, and valorization of existing material assets.

Nevertheless, the analyzed cases demonstrate that sustainable, measurable, and life-cycle-oriented structural design is technically feasible today. For it to become standard practice rather than an exception, systemic evolution is required – updating the regulatory framework, adapting insurance models, reforming contractual instruments, recognizing the value of the project from its initial stages, and training engineers capable of operating according to a complex, intertemporal logic. Only in this manner can the sector reliably integrate reuse, durability, and adaptability as standard components of structural design.

doi.org/10.3389/fbuil.2024.1410798.

- Navarro, Ignacio Javier, Vicent Penadés-Pla, David Martínez-Muñoz, Rasmus Rempling, & Víctor Yepes. «Life cycle sustainability assessment for multi-criteria decision making in bridge design: a review». *Journal of civil engineering and management* 26 (7), (2020): 690–704. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.13599>.
- Reike, Denise, Walter J.V. Vermeulen, & Sjors Witjes. «The Circular Economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Con-

ceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options». *Resources, Conservation and Recycling* 135 (2018): 246–64. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>.

- Romo, José. «Conceptual Design of Bridges and Sustainability». (2019) 415–24. <https://doi.org/10.2749/guimaraes.2019.0415>.
- Vicente, José, & David Camocho. «Design for Sustainability Tools: Definition and Criteria towards Practical Use». *Journal of Cleaner Production*

479 (2024): 144041. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144041>.

- Zabalza Bribián, Ignacio, Antonio Valero Capilla, & Alfonso Aranda Usón. «Life Cycle Assessment of Building Materials: Comparative Analysis of Energy and Environmental Impacts and Evaluation of the Eco-Efficiency Improvement Potential». *Building and Environment* 46 (5), (2011): 1133–40. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>.

Una conversazione con | In conversation with

Alberto Cerri, Leonardo Garaguso,  
Valentina Kumpusch, Diego Rodoni

a cura di | edited by

Valeria Gozzi, Claudio Martani

## Prospettive sulla transizione infrastrutturale



Nel contesto del numero di *espazium quadri* dedicato alla sostenibilità strutturale, la redazione ha promosso una tavola rotonda per indagare in quale modo istituzioni,

imprese e realtà indipendenti stiano interpretando e gestendo la transizione ecologica del settore delle opere strutturali e infrastrutturali in Svizzera. La sostenibilità, applicata al costruito, non è più un concetto astratto o un obiettivo solo etico, ma una questione operativa che attraversa l'intera filiera: dalle strategie federali e cantonali alla gestione dei cantieri, dai capitolati pubblici ai processi di riuso dei materiali strutturali.

L'iniziativa nasce dalla consapevolezza che la transizione ecologica richieda un dialogo continuo tra saperi e responsabilità diverse. Le istituzioni pubbliche, come l'Ufficio federale delle strade (USTRA) o i Dipartimenti cantonali del territorio, sono chiamate a tradurre gli obiettivi federali di neutralità climatica e riduzione delle emissioni in strumenti normativi e gestionali concreti, linee guida, procedure di valutazione *Life Cycle Assessment* (LCA), sistemi di monitoraggio e criteri di gara basati sul ciclo di vita. Le imprese di costruzione e gestione infrastrutturale, dal canto loro, devono reinterpretare tali direttive trasformandole in processi produttivi e organizzativi, integrando innovazione, qualità e sostenibilità all'interno di modelli economici ancora fortemente legati alla logica del costo iniziale. Accanto a questi attori, un ruolo determinante è svolto da associazioni professionali e reti indipendenti, come la *Schweizerische Vereinigung für ökologisch bewusste Unternehmensführung* (öbu), che operano come catalizzatori culturali: realtà capaci di mettere in relazione amministrazioni, progettisti e aziende, favorendo la circolazione delle conoscenze, la definizione di metriche condivise e la promozione di pratiche misurabili di sostenibilità. Questa pluralità di prospettive riflette una realtà complessa ma dinamica. In Svizzera, dove la qualità costruttiva è da sempre elevata, la sfida non è soltanto costruire meno, ma costruire in modo diverso: estendere la vita utile delle opere esistenti, ridurre l'impronta materiale e coordinare politiche, tecniche e culture professionali verso obiettivi comuni.

La tavola rotonda nasce dunque come spazio di confronto intersettoriale: un'occasione per comprendere come ogni attore stia affrontando, con strumenti propri, la trasformazione più ampia del costruire, nella direzione di una sostenibilità che sia non solo ambientale, ma anche tecnica, economica e istituzionale. Alla discussione hanno partecipa-

## Perspectives on Infrastructure Transition



Within the framework of *espazium quadri*'s issue dedicated to structural sustainability, the editorial team convened a roundtable to investigate how institu-

tions, companies and independent actors are interpreting and managing the ecological transition in Switzerland's structural and infrastructural construction sector. Applied to the built environment, sustainability is no longer an abstract concept or a purely ethical ambition, but an operational issue that cuts across the entire supply chain: from federal and cantonal strategies to site management, from public procurement briefs to processes for the reuse of structural materials.

The initiative is rooted in the awareness that the ecological transition requires ongoing dialogue between different forms of knowledge and responsibility. Public institutions, such as the Federal Roads Office (ASTRA) or cantonal departments for spatial development, are called upon to translate federal goals of climate neutrality and emissions reduction into concrete regulatory and managerial tools: guidelines, Life Cycle Assessment (LCA) assessment procedures, monitoring systems and life-cycle-based tendering criteria. Construction and infrastructure management companies, in turn, must reinterpret these directives by transforming them into productive and organisational processes, integrating innovation, quality and sustainability within economic models still largely driven by initial cost logic. Alongside these actors, a decisive role is played by professional associations and independent networks, such as the *Schweizerische Vereinigung für ökologisch bewusste Unternehmensführung* (öbu), which operate as cultural catalysts: entities capable of connecting administrations, designers and companies, fostering the circulation of knowledge, the definition of shared metrics and the promotion of measurable sustainability practices. This plurality of perspectives reflects a complex yet dynamic reality. In Switzerland, where construction quality has long been high, the challenge is not only to build less, but to build differently: extending the service life of existing structures, reducing material footprints and coordinating policies, techniques and professional cultures around shared goals.

The roundtable thus emerged as a space for intersectoral exchange: an opportunity to understand how each actor, through its own tools, is addressing the broader transformation of building practices, towards a sustainability that is not only environmental, but also technical, economic and institutional. Participants included Alberto Cerri (AC), Valentina



**1** Maxence Grangeot (project leader), Célia Küpfer, Malena Bastien-Masse, Corentin Fivet (Structural Xploration Lab), Re:bbble texture, Friburgo 2025. Il progetto dell'EPFL mostra l'impiego di grandi pezzi irregolari di macerie di calcestruzzo provenienti da demolizioni come nuovo materiale da costruzione per pareti portanti, sfruttando algoritmi digitali e strumenti di cantiere per assemblare elementi non standard in configurazioni stabili. Questo approccio consente di trasformare scarti di demolizione in componenti strutturali con minima lavorazione, aprendo nuove possibilità per la costruzione circolare e la riduzione dell'impronta ambientale del calcestruzzo, uno dei materiali più impattanti in termini di emissioni. Foto Maxence Grangeot / EPFL

**1** Maxence Grangeot (project leader), Célia Küpfer, Malena Bastien-Masse, Corentin Fivet (Structural Xploration Lab), Re:bbble texture, Fribourg 2025. The EPFL project demonstrates the use of large, irregular concrete demolition fragments as new building material for load-bearing walls, employing digital algorithms and on-site tools to assemble non-standard elements into stable configurations. This approach transforms demolition waste into structural components with minimal processing, opening new opportunities for circular construction and reducing the environmental footprint of concrete, one of the most carbon-intensive building materials. Photo Maxence Grangeot / EPFL

to Alberto Cerri (AC), Valentina Kumpusch (VK), Diego Rodoni (DR) e Leonardo Garaguso (LG). Moderatori: Valeria Gozzi (VG) e Claudio Martani (CM).

VG: Oggi il termine «sostenibilità» è ovunque, ma il suo significato operativo varia molto a seconda dei contesti. Nella vostra esperienza, cosa significa concretamente «sostenibilità delle strutture e delle infrastrutture»?

AC: Per me sostenibilità significa, prima di tutto, riconoscere i limiti globali che la natura ci impone. Non basta parlare di riciclo o di efficienza: nella gerarchia delle «R», la prima dovrebbe essere *refuse*, cioè saper dire di no a opere non necessarie. Penso, per esempio, al ponte di Spada: centinaia di tonnellate di acciaio impiegate per un uso minimo. Serve il coraggio di ammettere che non tutto ciò che è tecnicamente possibile è anche sostenibile. È un cambiamento culturale profondo, che tocca la responsabilità di ingegneri e architetti nel valutare la reale necessità di ciò che si costruisce. Accanto a questo aspetto culturale, manca ancora una vera cultura della misura. Tutti parlano di sostenibilità, ma pochi la quantificano in modo oggettivo. L'indicatore ambientale – espresso in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> o energia grigia per tonnellata di materiale o per metro quadrato di opera – dovrebbe

Kumpusch (VK), Diego Rodoni (DR) and Leonardo Garaguso (LG). Moderators: Valeria Gozzi (VG) and Claudio Martani (CM).

VG: Today, the term «sustainability» is ubiquitous, yet its operational meaning varies greatly depending on the context. From your experience, what does «sustainability of structures and infrastructure» concretely entail?

AC: To me, sustainability primarily means acknowledging the global limits imposed by nature. Discussing recycling or efficiency alone is insufficient: in the hierarchy of the «R's», the first should be *refuse* – that is, knowing when to say no to unnecessary projects. I think, for instance, of the Spada Bridge: hundreds of tons of steel employed for minimal use. Courage is required to admit that not everything technically possible is also sustainable. This represents a profound cultural shift, touching on the responsibility of engineers and architects to evaluate the genuine necessity of what is built. Alongside this cultural aspect, a true culture of measurement is still lacking. Everyone speaks of sustainability, yet few quantify it objectively. Environmental indicators – expressed in terms of CO<sub>2</sub> emissions or embodied energy per ton of material or per square metre of structure – should become a technical standard, on par with unit cost

diventare uno standard tecnico, al pari del costo unitario o del tempo di costruzione. Solo ciò che si misura può essere gestito e migliorato: la sostenibilità non può restare un valore dichiarato, deve diventare un parametro operativo di progetto.

DR: Condivido il principio, ma nel settore pubblico il concetto di «necessità» va negoziato con la collettività. Le infrastrutture rispondono a bisogni territoriali e sociali complessi, e la sostenibilità deve riuscire a coniugare utilità pubblica, impatto ambientale e costi di manutenzione. Nel Cantone Ticino stiamo lavorando, ad esempio, per integrare la mobilità lenta e per ridurre la frammentazione del territorio generata dalle grandi infrastrutture. Il vero salto, secondo me, sarà passare da una logica di progetto a una logica di sistema, dove ogni opera viene valutata non come oggetto isolato ma come parte di una rete più ampia di relazioni ecologiche e territoriali.

VK: In USTRA interpretiamo la sostenibilità attraverso la lente del ciclo di vita. Ogni infrastruttura deve dimostrare di mantenere, nel tempo, un equilibrio tra costi, sicurezza e impatto ambientale. Non basta costruire bene: bisogna gestire in modo sostenibile. Per questo stiamo introducendo metodologie di LCA anche per le opere lineari – strade, gallerie, viadotti – che presentano una complessità valutativa superiore rispetto agli edifici. L'obiettivo è integrare i criteri ambientali nei processi decisionali già dalle prime fasi di progettazione.

LG: Dal punto di vista delle imprese, noto che la sostenibilità inizia a entrare stabilmente nei capitoli tecnici, ma spesso in modo ancora prescrittivo. Servirebbe un approccio più prestazionale, basato su risultati misurabili e non solo su prescrizioni. Occorre passare da criteri puramente quantitativi a criteri qualitativi che premiano l'innovazione. Alcune aziende stanno già sperimentando in termini di materiali, macchinari e processi di cantiere a basse emissioni, ma manca ancora un riconoscimento formale di queste pratiche nei punteggi di gara.

CM: Uno dei nodi critici è la tensione tra obiettivi ambientali e vincoli economici. Come riuscite a bilanciare sostenibilità e fattibilità?

VK: Con sistemi di valutazione multicriterio che includono indicatori ambientali, sociali e finanziari. I tre pilastri della sostenibilità appunto. L'USTRA di fatto sta aggiornando le proprie linee guida per pesare diversamente questi fattori: non possiamo più considerare solo i costi immediati, ma anche l'impatto sulla biodiversità, sulla salute e sul paesaggio. In alcuni casi scegliamo soluzioni più costose perché stimiamo che generino un valore ambientale superiore.

LG: Nelle imprese l'ostacolo principale resta il margine economico. Molte soluzioni sostenibili non risultano ancora competitive se si considerano solo i costi iniziali di costruzione. È un limite strutturale del sistema degli appalti, che spesso continua a privilegiare il prezzo d'offerta rispetto alla qualità complessiva del ciclo di vita. Per questo servono meccanismi di compensazione e criteri di valutazione che integrino la logica del *Life Cycle Costing* (LCC), premiando le soluzioni più durevoli e meno impattanti nel tempo. In alcuni cantoni svizzeri si stanno sperimentando modelli di punteggio che attribuiscono un peso crescente ai parametri ambientali, in linea con le nuove prescrizioni energetiche 2025 e con l'orientamento federale a favore della transizione energetica.

Negli ultimi anni, anche a livello tecnico e normativo, la Confederazione ha iniziato a definire valori di riferimento e obiettivi per il settore infrastrutturale, come proposto dallo studio dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) – UmTech sul bilancio ambientale delle grandi opere pubbliche. Questi strumenti forniscono indicatori prestazionali che consentono di confrontare progetti e materiali in termini di emissioni, consumo di risorse e durata utile, introducendo un principio

or construction time. Only what is measured can be managed and improved: sustainability must not remain a declared value; it must become an operational design parameter.

DR: I share this principle, yet in the public sector the notion of «necessity» must be negotiated with the community. Infrastructure addresses complex territorial and social needs, and sustainability must reconcile public utility, environmental impact, and maintenance costs. In the Cantone Ticino, we are, for example, working to integrate slow mobility and reduce the territorial fragmentation caused by major infrastructure. The real leap, in my view, will be moving from a project-oriented logic to a system-oriented one, where each structure is assessed not as an isolated object but as part of a broader network of ecological and territorial relationships.

VK: At ASTRA, we interpret sustainability through a life-cycle lens. Every infrastructure must demonstrate that it maintains, over time, a balance between costs, safety, and environmental impact. It is not enough to build well: it must be managed sustainably. For this reason, we are introducing LCA methodologies even for linear works – roads, tunnels, viaducts – which present higher evaluative complexity than buildings. The goal is to integrate environmental criteria into decision-making processes from the earliest design stages.

LG: From the perspective of companies, sustainability is beginning to enter technical specifications steadily, yet often in a prescriptive manner. A more performance-based approach, focused on measurable outcomes rather than mere prescriptions, is required. We must move from purely quantitative criteria to qualitative ones that reward innovation. Some companies are already experimenting with low-emission materials, machinery, and site processes, but formal recognition of these practices in tender scoring is still lacking.

CM: One of the critical challenges is the tension between environmental objectives and economic constraints. How do you balance sustainability and feasibility?

VK: Through multi-criteria evaluation systems incorporating environmental, social, and financial indicators – the three pillars of sustainability, indeed. ASTRA is effectively updating its guidelines to weigh these factors differently: we can no longer consider only immediate costs but must also account for impacts on biodiversity, health, and landscape. In some cases, we select more expensive solutions because we estimate they generate higher environmental value.

LG: Within companies, the principal obstacle remains economic margins. Many sustainable solutions are not yet competitive if only initial construction costs are considered. This is a structural limitation of the procurement system, which often continues to privilege bid price over life-cycle quality. Compensation mechanisms and evaluation criteria integrating *Life Cycle Costing* (LCC) are therefore needed, rewarding solutions that are more durable and less impactful over time. In some Swiss cantons, scoring models are being tested that assign increasing weight to environmental parameters, in line with the 2025 energy regulations and federal directives supporting the energy transition.

In recent years, even at the technical and regulatory level, the Confederation has begun to establish reference values and targets for the infrastructure sector, as proposed by the Federal Office for the Environment (BAFU) – UmTech study on the environmental accounting of major public works. These instruments provide performance indicators that allow projects and materials to be compared in terms of emissions, resource consumption, and service life, introducing a principle of comparability that had so far been absent. At the legal level, Article 35j of the Environmental Protection

di comparabilità finora assente. A livello giuridico, l'articolo 35j della Legge sulla protezione dell'ambiente (LPamb) stabilisce inoltre l'obbligo, per la Confederazione e per i Cantoni, di orientare i propri investimenti pubblici verso prodotti e servizi sostenibili, creando così un quadro legale che rafforza la coerenza tra politiche ambientali e pratiche di costruzione. Questa evoluzione dimostra che la sostenibilità economica e quella ambientale non sono più campi separati: il valore di un'infrastruttura si misura sempre di più nella sua capacità di durare, adattarsi e ridurre i costi di manutenzione nel tempo. È su questa base che le imprese possono finalmente competere non solo sul prezzo, ma sulla qualità complessiva del costruire.

DR: La questione degli appalti pubblici rappresenta uno dei nodi centrali della transizione. Finché le procedure continueranno a privilegiare l'offerta economicamente più bassa, la sostenibilità resterà un obiettivo teorico. Come amministrazione stiamo lavorando per introdurre criteri di valutazione che premiano non solo il prezzo, ma anche la qualità ambientale e la durabilità delle opere, basandoci su certificazioni riconosciute e su indicatori di performance verificabili. Tuttavia, manca ancora un sistema di riferimento uniforme a livello federale, capace di garantire coerenza tra i diversi cantoni e settori. Solo attraverso una base metodologica comune sarà possibile confrontare in modo trasparente i risultati e orientare le scelte pubbliche verso modelli realmente sostenibili.

AC: A questa esigenza di uniformità si aggiunge quella di trasparenza economica. Troppo spesso i costi della sostenibilità vengono percepiti come un aggravio, senza considerare i risparmi derivanti da una manutenzione più efficiente o dal riuso di materiali secondari. Un'analisi completa del ciclo di vita mostra invece che il progetto sostenibile è, nella maggior parte dei casi, anche quello più razionale dal punto di vista economico. A ciò si somma un aspetto raramente contabilizzato: i costi della crisi climatica già in corso. Eventi estremi come quelli verificatisi in Valle Maggia o nelle Alpi centrali mostrano che l'assenza di strategie preventive ha un prezzo elevato, sia per le finanze pubbliche che per la sicurezza delle infrastrutture. Inserire questa prospettiva nei modelli di valutazione significa riconoscere che il costo reale non è quello della costruzione, ma quello dell'inazione.

VG: Parliamo di esempi concreti. Quali pratiche o progetti rappresentano per voi un vero cambio di paradigma?

AC: Un esempio significativo è il progetto *Développement d'un prototype novateur pour le réemploi structurel du béton armé*,<sup>1</sup> sviluppato a Losanna dallo studio Itten Brechbühl in collaborazione con l'EPFL e con diversi partner industriali. Il progetto sperimenta il riuso strutturale di elementi in calcestruzzo provenienti da demolizioni, testando la possibilità di precomprimere e reimpiegare blocchi e componenti prefabbricati in nuove costruzioni. Questo lavoro dimostra in modo tangibile che la massa strutturale esistente può essere reinterpretata come risorsa, non come rifiuto. È un approccio pionieristico che traduce i principi dell'*urban mining* in pratica progettuale, e che apre nuove prospettive sia tecniche che regolatorie per l'intero settore. Il riuso strutturale, tuttavia, richiede un insieme di competenze ancora poco diffuse: logistica di recupero, caratterizzazione meccanica dei materiali, certificazione di idoneità e tracciabilità dei componenti. In questa prospettiva, l'ingegneria non è più solo uno strumento di costruzione, ma una tecnologia di rigenerazione, capace di restituire valore a ciò che il sistema edilizio tende ancora a considerare scarto.

LG: Un'esperienza significativa è quella del progetto Hardwald a Bülach,<sup>2</sup> dove è stato introdotto un sistema di valutazione ambientale del cantiere applicato all'intero pro-

Act (LPamb) also establishes an obligation for the Confederation and the Cantons to direct their public investments toward sustainable products and services, thereby creating a legal framework that reinforces coherence between environmental policies and construction practices. This evolution demonstrates that economic and environmental sustainability are no longer separate domains: the value of infrastructure is increasingly measured by its ability to endure, adapt, and reduce maintenance costs over time. It is on this basis that companies can finally compete not only on price but on the overall quality of construction.

DR: Public procurement is a central challenge of the transition. As long as procedures continue to favor the lowest bid, sustainability remains theoretical. Our administration is working to introduce evaluation criteria that reward not only price but also environmental quality and durability of works, based on recognized certifications and verifiable performance indicators. Yet, a uniform federal reference system is still lacking, capable of ensuring consistency across cantons and sectors. Only through a common methodological base will it be possible to compare results transparently and guide public decisions toward genuinely sustainable models.

AC: This need for uniformity must be complemented by economic transparency. Too often, sustainability costs are perceived as an additional burden, without considering savings from more efficient maintenance or the reuse of secondary materials. A complete life-cycle analysis demonstrates that sustainable projects are, in most cases, also the most economically rational. This is compounded by an often-overlooked factor: the costs of the ongoing climate crisis. Extreme events, such as those in Valle Maggia or the central Alps, show that the absence of preventive strategies carries a high price, both for public finances and infrastructure safety. Incorporating this perspective into evaluation models means acknowledging that the real cost is not construction but inaction.

VG: Let us discuss concrete examples. Which practices or projects represent a true paradigm shift for you?

AC: A significant example is the project *Développement d'un prototype novateur pour le réemploi structurel du béton armé*,<sup>1</sup> developed in Lausanne by Itten Brechbühl in collaboration with the EPFL and various industrial partners. The project experiments with the structural reuse of concrete elements from demolitions, testing the possibility of pre-stressing and reusing prefabricated blocks and components in new constructions. This work tangibly demonstrates that existing structural mass can be reinterpreted as a resource, not as waste. It is a pioneering approach that translates the principles of urban mining into design practice, opening new technical and regulatory perspectives for the entire sector. Structural reuse, however, requires a set of competencies still uncommon: recovery logistics, material mechanical characterization, certification of suitability, and traceability of components. Here, engineering is no longer merely a construction tool but a technology of regeneration, capable of restoring value to what the construction system still considers waste.

LG: A noteworthy experience is the Hardwald project in Bülach,<sup>2</sup> where an environmental assessment system was introduced across the entire construction process. The winning contractor did not secure the contract for the lowest price but for the highest overall environmental score, defined according to measurable and verifiable indicators. Monthly monitoring covers environmental impact points (UBP), water consumption, material recycling rates, and machinery energy efficiency. Using our proprietary tool ECO2nstruct, developed to standardize the calculation of

cesso costruttivo. L'impresa aggiudicataria non ha ottenuto il contratto per il prezzo più basso, ma per il miglior punteggio ambientale complessivo, definito secondo indicatori misurabili e verificabili. Monitorano mensilmente il bilancio di punti di impatto ambientale (UBP), il consumo idrico, il tasso di riciclo dei materiali e l'efficienza energetica dei macchinari. Grazie al nostro strumento proprietario ECOconstruct, sviluppato per calcolare in modo standardizzato le emissioni legate alle attività di cantiere, è inoltre possibile effettuare l'impatto di CO<sub>2</sub> di un progetto infrastrutturale. Questo approccio cambia il modo di costruire: la sostenibilità non è più solo un principio di progetto, ma diventa un obiettivo produttivo. La gestione del cantiere stesso si trasforma in leva ambientale, in grado di incidere concretamente sulla riduzione delle emissioni e sul miglioramento delle prestazioni globali dell'opera.

DR: In Ticino stiamo promuovendo un approccio pragmatico alla sostenibilità, fondato sul riuso di strutture e componenti esistenti. Abbiamo, per esempio, recuperato e reinstallato passerelle metalliche e elementi in acciaio provenienti da altri cantieri, riducendo in modo significativo tempi di costruzione e consumo di risorse. Parallelamente, stiamo testando l'impiego di asfalti tiepidi, che consentono una riduzione del fabbisogno energetico di circa il 30% rispetto agli asfalti tradizionali. Si tratta di misure semplici, ma estremamente efficaci, che possono essere estese all'intero parco infrastrutturale cantonale. La sfida è dimostrare che anche azioni tecniche apparentemente minori possono generare un impatto misurabile in termini di emissioni e costi di manutenzione.

VK: Nel contesto dei progetti di USTRA, la sostenibilità è sempre più integrata nei processi di costruzione e manutenzione. Praticiamo sistematicamente il riutilizzo dei materiali di scavo delle gallerie, che vengono trasformati in inerti per nuovi tratti stradali o opere di sostegno, riducendo così il trasporto e il consumo di risorse primarie. Parallelamente, stiamo portando avanti progetti pilota di calcestruzzi a basse emissioni, sviluppati in collaborazione con il Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca (EMPA) e EPFL, nei quali vengono aggiunte fibre di legno al mix di base e sostituito il clinker con altri prodotti. Questa tecnologia consente di ridurre la quantità di clinker e di catturare parte della CO<sub>2</sub> emessa durante la produzione. Stiamo inoltre implementando soluzioni per passaggi faunistici in legno e strutture prefabbricate a ridotto impatto ambientale, dimostrando che la sostenibilità infrastrutturale può essere affrontata in modo integrato, includendo biodiversità, logistica e materiali.

AC: Tutto questo dimostra che l'innovazione non è soltanto un fatto tecnologico, ma anche una questione culturale e sistemica. Significa saper accettare soluzioni non perfette, ma sufficientemente buone, cioè capaci di rispondere in modo equilibrato a esigenze tecniche, ambientali ed economiche. In questa prospettiva, anche la standardizzazione e la progettazione modulare può essere interpretata come una forma di sostenibilità: riduce la complessità inutile, limita gli sprechi, abbassa i costi di manutenzione e ne faciliterebbe anche il riuso. La cultura del progetto sostenibile non deve mirare all'eccellenza, ma alla ripetibilità della qualità.

CM: Veniamo al ruolo dei progettisti. Quanto sono preparati oggi per integrare i principi di sostenibilità strutturale?

VK: I progettisti svizzeri possiedono competenze solide, ma devono aggiornarsi costantemente. Gli strumenti digitali, come il *Building Information Modeling* (BIM) con moduli di LCA integrati, permettono oggi di quantificare gli impatti ambientali già nelle fasi preliminari del progetto. Tuttavia, non tutte le committenze richiedono ancora questo livello di analisi: la domanda di sostenibilità, in molti casi, resta ancora facoltativa, e non sistemica.

emissions from construction activities, it is also possible to quantify the CO<sub>2</sub> impact of an infrastructure project. This approach changes the construction paradigm: sustainability becomes a production goal, not just a design principle. Construction site management itself transforms into an environmental lever, directly influencing emission reduction and overall project performance.

DR: In Ticino, we promote a pragmatic sustainability approach, based on reusing existing structures and components. For instance, we have recovered and reinstalled metal walkways and steel elements from other sites, significantly reducing construction time and resource consumption. Simultaneously, we are testing warm asphalt, which reduces energy demand by approximately 30% compared to traditional asphalt. These are simple yet highly effective measures, applicable across the canton's infrastructure portfolio. The challenge is demonstrating that even minor technical actions can yield measurable impacts on emissions and maintenance costs.

VK: Within ASTRA projects, sustainability is increasingly integrated into construction and maintenance processes. We systematically reuse tunnel excavation materials, transforming them into aggregates for new road segments or retaining structures, reducing transportation and primary resource consumption. Simultaneously, we are advancing pilot low-emission concrete projects, developed with the Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) and EPFL, where wood fibres are added to the base mix and clinker replaced with alternative products. This technology reduces clinker quantity and captures part of the CO<sub>2</sub> emitted during production. We are also implementing wooden wildlife passages and low-impact prefabricated structures, demonstrating that infrastructure sustainability can be addressed in a holistic manner, encompassing biodiversity, logistics, and materials.

AC: All of this shows that innovation is not solely technological but also cultural and systemic. It requires accepting solutions that are not perfect but sufficiently good – able to respond to technical, environmental, and economic needs in a balanced way. In this light, standardization and modular design can also be interpreted as forms of sustainability: reducing unnecessary complexity, limiting waste, lowering maintenance costs, and facilitating reuse. The culture of sustainable design should aim not for exceptionality but for repeatable quality.

CM: What about designers' role? How prepared are they today to integrate structural sustainability principles?

VK: Swiss designers possess solid skills but must constantly update them. Digital tools such as Building Information Modeling (BIM) with integrated LCA modules now allow quantification of environmental impacts in preliminary project stages. However, not all clients yet require this level of analysis: in many cases, demand for sustainability remains optional rather than systemic.

AC: To change this, a genuine systemic transformation is needed. As long as design mandates are remunerated solely according to construction costs, dedicating time and resources to sustainable solutions is difficult. The value of the design process itself, not merely the finished work, must be recognized: innovation emerges in the early stages when materials, geometries, and maintenance strategies are defined, not on-site.

DR: From the public perspective, one of the main challenges is the lack of interdisciplinary skills. Infrastructure sustainability is not solely an engineering matter: it requires territorial, economic, and environmental knowledge. We

AC: Perché ciò cambi, è necessario un vero cambiamento sistemico. Finché i mandati di progettazione saranno remunerati esclusivamente in funzione del costo di costruzione, sarà difficile destinare tempo e risorse alla ricerca di soluzioni sostenibili. Bisogna tornare a riconoscere il valore del processo progettuale, non solo dell'opera finita: l'innovazione nasce nelle fasi iniziali, quando si definiscono materiali, geometrie e strategie di manutenzione, non in cantiere.

DR: Dal punto di vista pubblico, una delle principali criticità è la carenza di competenze interdisciplinari. La sostenibilità delle infrastrutture non è un tema esclusivamente ingegneristico: implica conoscenze territoriali, economiche e ambientali. Stiamo quindi formando profili professionali capaci di integrare questi ambiti, affinché ogni progetto possa essere valutato su basi tecniche e ambientali coerenti. È un'evoluzione culturale, oltre che organizzativa.

LG: Le imprese possono dare un contributo determinante, ma serve una progettazione più aperta e collaborativa. Spesso veniamo coinvolti troppo tardi, quando le scelte principali sono già state prese. Nei progetti complessi, il coinvolgimento anticipato della filiera consente invece di ottimizzare materiali, tempi e manutenzioni, con benefici concreti in termini di efficienza e durabilità. In questo senso, la Guida applicativa *SIA 2065 – Planen und Bauen in Projektallianzen*<sup>3</sup> rappresenta un riferimento fondamentale: propone modelli di collaborazione che superano la separazione tradizionale tra progettisti, imprese e committenti, favorendo una condivisione reale delle competenze e delle responsabilità. L'adozione su larga scala di strumenti come la SIA 2065 e il BIM integrato permetterebbe di allineare gli obiettivi tecnici, economici e ambientali, riducendo i conflitti di fase e garantendo una maggiore trasparenza lungo tutto il ciclo di vita dell'opera.

AC: Un ulteriore ostacolo è rappresentato dalla frammentazione normativa. Ogni cantone, ogni ente o committente dispone di strumenti propri e criteri differenti, generando una disomogeneità che rallenta l'adozione di strategie comuni.

VK: È vero. Tuttavia, la Confederazione sta lavorando alla definizione di standard unificati per la sostenibilità infrastrutturale, analoghi a quanto già avviene per gli edifici con i sistemi SNBS<sup>4</sup> e Minergie.<sup>5</sup> L'obiettivo è creare una piattaforma comune che consenta di valutare le opere pubbliche secondo criteri ambientali coerenti, comparabili e scientificamente fondati.

DR: Una base comune è certamente necessaria, ma deve lasciare ai cantoni un margine di adattamento locale. La diversità territoriale e climatica svizzera richiede una certa flessibilità nell'applicazione delle norme: le stesse linee guida non possono valere indistintamente per una galleria alpina, un ponte di pianura o una rete urbana di drenaggio. L'armonia tra standard federali e specificità regionali è la condizione per un sistema realmente efficace.

VG: Come funziona oggi il dialogo tra ricerca, istituzioni e imprese? Ci sono piattaforme efficaci di collaborazione?

VK: Esistono esperienze positive, anche se ancora frammentarie. Con Infra-Suisse e i politecnici federali abbiamo avviato diversi progetti di ricerca dedicati ai materiali riciclati e alle tecniche di manutenzione predittiva per le infrastrutture. I risultati sono promettenti, ma il trasferimento tecnologico verso la pratica rimane lento. Servirebbero strutture permanenti di confronto, capaci di tradurre i dati scientifici in protocolli applicativi e in linee guida operative.

LG: Concorro. L'industria delle costruzioni può essere un vero laboratorio di sperimentazione, ma serve un quadro regolatorio più flessibile che consenta di testare, validare e certificare nuovi materiali in tempi più rapidi. Oggi la burocrazia rappresenta spesso un collo di bottiglia: le procedure di

are therefore training professionals capable of integrating these areas, so every project can be assessed on coherent technical and environmental bases. It is a cultural as well as organizational evolution.

LG: Companies can make a decisive contribution, but more open and collaborative design is needed. Often, we are involved too late, when major decisions are already made. In complex projects, early involvement of the supply chain allows optimization of materials, timeline, and maintenance, yielding tangible efficiency and durability benefits. In this sense, the SIA 2065 – *Planen und Bauen in Projektallianzen*<sup>3</sup> represents a fundamental reference, proposing collaboration models that overcome the traditional separation between designers, contractors, and clients, fostering genuine sharing of expertise and responsibility. Widespread adoption of tools like SIA 2065 and integrated BIM would align technical, economic, and environmental objectives, reducing phase conflicts and ensuring greater transparency throughout the project lifecycle.

AC: Another obstacle is regulatory fragmentation. Each canton, agency, or client has its own instruments and criteria, generating heterogeneity that slows the adoption of common strategies.

VK: True. However, the Confederation is working to define unified infrastructure sustainability standards, akin to those existing for buildings with NNBS<sup>4</sup> and Minergie<sup>5</sup> systems. The goal is to create a common platform for evaluating public works according to coherent, comparable, and scientifically grounded environmental criteria.

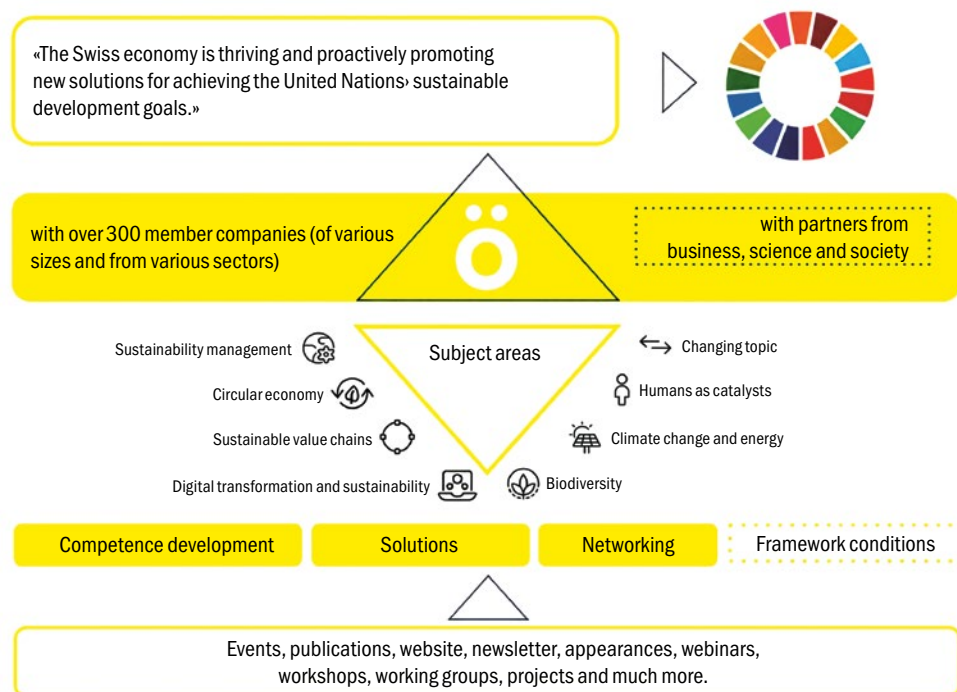
DR: A common base is certainly necessary but must allow cantons some flexibility. Switzerland's territorial and climatic diversity requires adaptable norms: the same guidelines cannot apply uniformly to an Alpine tunnel, a lowland bridge, or an urban drainage network. Harmony between federal standards and regional specifics is essential for a truly effective system.

VG: How does dialogue between research, institutions, and companies function today? Are there effective collaboration platforms?

VK: Positive experiences exist, though still fragmented. Together with Infra-Suisse and the federal polytechnics, we have initiated several research projects on recycled materials and predictive maintenance techniques for infrastructure. Results are promising, yet technology transfer to practice remains slow. Permanent structures are needed to translate scientific data into practical protocols and operational guidelines.

LG: Agreed. The construction industry can be a true experimentation laboratory, but a more flexible regulatory framework is needed to test, validate, and certify new materials rapidly. Bureaucracy is often a bottleneck: approval procedures, differing by canton, slow innovation. A supra-cantonal regulatory system harmonizing technical standards, while ensuring safety and competitiveness, would be essential. Greater public information and inter-institutional coordination would make the process more transparent and accessible.

AC: Bureaucracy is complex. The main issue is not regulation itself but the lack of shared tools. Initiatives like the one we are pursuing with öbu, creating a database of dismountable and reusable construction components, represent a concrete step toward a structural circular economy. The goal is to build regional platforms facilitating the encounter between those demolishing and those designing, making reuse systemic rather than an isolated or experimental gesture.



2

approvazione, differenziate da cantone a cantone, rallentano l'innovazione. Occorrerebbe un sistema sovracantonale di regolamentazione che armonizzi gli standard tecnici, garantendo al contempo sicurezza e competitività. Una maggiore informazione pubblica e coordinamento interistituzionale sarebbero essenziali per rendere il processo più trasparente e accessibile.

AC: Il tema della burocrazia è complesso. Tuttavia, il problema principale non è tanto la regolamentazione, quanto la mancanza di strumenti condivisi. In questo senso, iniziative come quella che stiamo portando avanti con öbu, finalizzata alla creazione di una banca dati dei componenti edilizi smontati e riutilizzabili, rappresentano un passo concreto verso un'economia circolare strutturale. L'obiettivo è costruire piattaforme regionali che facilitino l'incontro tra chi demolisce e chi progetta, rendendo il riuso un processo sistemico, non un gesto isolato o sperimentale.

DR: Anche a livello cantonale si stanno muovendo passi nella stessa direzione. Collaboriamo con la SUPSI su diversi progetti di ricerca per integrare materiali riciclati e soluzioni a basso impatto nelle infrastrutture pubbliche. È un lavoro in progress, che mostra come la sostenibilità stia diventando sempre più una questione di competenze condivise. Siamo però ancora solo all'inizio: serviranno tempo, formazione e una maggiore sinergia tra ricerca, amministrazione e industria per consolidare questa transizione.

CM: Guardando avanti, quali sono, secondo voi, le priorità e chi deve guidare questa transizione?

DR: La prima priorità è culturale. È necessario superare la logica del costo iniziale e adottare una visione basata sul ciclo di vita delle opere. Le amministrazioni pubbliche devono assumere un ruolo di guida, fungendo da esempio nell'introduzione di criteri di valutazione che premiano durabilità, manutenibilità e resilienza. L'obbligo di eseguire un'analisi LCA per tutte le opere pubbliche oltre una certa soglia economica rappresenterebbe un passo concreto verso una trasformazione sistemica. Solo riconoscendo il valore della longevità e della manutenzione programmata potremo ridurre gli impatti ambientali e ottimizzare le risorse pubbliche nel lungo periodo.

AC: La seconda priorità riguarda l'economia della sostenibilità. È indispensabile introdurre una politica dei co-

2 öbu – Centro svizzero per l'economia circolare e sostenibile.

L'associazione fornisce *knowhow* scientifico e strumenti pratici per ottimizzare l'uso delle risorse, chiudere i cicli materiali e ridurre l'impronta ecologica dei processi produttivi. Supporta le imprese nell'implementazione di strategie basate sui principi della *circular economy*, promuovendo la progettazione di prodotti riciclabili, il riuso dei materiali e la valorizzazione dei sottoprodotti secondo approcci quantitativi di *Life Cycle Assessment* (LCA) e gestione sostenibile dei flussi di materia. Fonte öbu

2 öbu – Swiss Centre for Circular and Sustainable Economy. The association provides scientific expertise and practical tools to optimize resource use, close material loops, and reduce the ecological footprint of production processes. It supports companies in implementing strategies based on circular economy principles, promoting the design of recyclable products, material reuse, and the valorization of by-products through quantitative life cycle assessment (LCA) approaches and sustainable material flow management. Source öbu

DR: At the cantonal level, progress is being made in the same direction. We collaborate with SUPSI on various research projects to integrate recycled materials and low-impact solutions into public infrastructure. This ongoing work shows how sustainability is increasingly a matter of shared competence. Yet, we are only at the beginning: time, training, and greater synergy between research, administration, and industry are needed to consolidate this transition.

CM: Looking ahead, what are the priorities, and who should lead this transition?

DR: The first priority is cultural. The logic of initial cost must be overcome, adopting a life-cycle perspective. Public administrations must take a guiding role, setting an example by introducing evaluation criteria that reward durability, maintainability, and resilience. Mandatory LCA analysis for all public works beyond a certain economic threshold would represent a concrete step toward systemic transformation. Only by recognizing the value of longevity and planned maintenance can we reduce environmental impacts and optimize public resources over the long term.

AC: The second priority concerns the economics of sustainability. It is essential to introduce a policy for real environmental costs, where a ton of CO<sub>2</sub> has a price corre-

sti ambientali reali, nella quale una tonnellata di CO<sub>2</sub> abbia un prezzo corrispondente al danno effettivo che produce. Attribuire un valore economico alle emissioni non è solo una misura fiscale, ma un modo per stimolare il mercato dell'innovazione, orientandolo verso soluzioni a basse emissioni e materiali rigenerativi. Parallelamente, occorre costruire una filiera del riuso strutturale, sostenuta da incentivi fiscali e da infrastrutture logistiche dedicate. Solo così il riutilizzo di componenti e materiali potrà diventare una pratica diffusa e non episodica, capace di generare valore economico e ambientale allo stesso tempo.

VK: Sul piano tecnico, è necessario un aggiornamento profondo degli standard di progettazione e calcolo. Progettiamo ancora secondo paradigmi e margini di sicurezza formulati negli anni Ottanta, che spesso portano a sovradimensionamenti inutili. Ottimizzare l'uso dei materiali non significa ridurre la sicurezza, ma adattare i criteri progettuali alle conoscenze attuali e agli strumenti digitali oggi disponibili. Allo stesso tempo, occorre estendere gli standard esistenti come SNBS e Minergie alle infrastrutture, adattandoli alle loro specificità funzionali e strutturali, in modo che il principio di sostenibilità non resti confinato all'edilizia, ma diventi parte integrante delle opere di ingegneria civile.

LG: Infine, la priorità organizzativa. La transizione ecologica deve essere coordinata dall'alto, ma alimentata dal basso. Le imprese stanno già investendo in tecnologie pulite e processi produttivi più efficienti; ciò che chiedono è stabilità regolatoria, criteri di gara coerenti e obiettivi misurabili. La neutralità climatica non si raggiunge con slogan, ma con regole operative condivise. Premiare l'innovazione e la riduzione delle emissioni, anziché il solo prezzo, è la condizione necessaria per una trasformazione reale. La sostenibilità strutturale sarà credibile solo quando la sua misurazione entrerà stabilmente nei contratti, nei capitolati e nei modelli di remunerazione.

sponding to the actual damage it produces. Assigning economic value to emissions is not only a fiscal measure but a way to stimulate the innovation market toward low-emission solutions and regenerative materials. Concurrently, a structural reuse supply chain must be built, supported by tax incentives and dedicated logistics infrastructure. Only then can the reuse of components and materials become widespread, generating both economic and environmental value simultaneously.

VK: Technically, a profound update of design and calculation standards is needed. We still design according to paradigms and safety margins formulated in the 1980s, often leading to unnecessary oversizing. Optimizing material use does not mean reducing safety but adapting design criteria to current knowledge and available digital tools. At the same time, existing standards such as NNBS and Minergie must be extended to infrastructure, adapted to functional and structural specifics, so that sustainability is not confined to buildings but becomes integral to civil engineering works.

LG: Finally, the organizational priority. The ecological transition must be coordinated from the top but nourished from the bottom. Companies are already investing in clean technologies and more efficient production processes; what they need is regulatory stability, coherent tender criteria, and measurable objectives. Climate neutrality is not achieved through slogans but through shared operational rules. Rewarding innovation and emission reduction, rather than price alone, is essential for real transformation. Structural sustainability will only be credible when its measurement is embedded in contracts, specifications, and remuneration models.

## Note|Notes

- 1 Il progetto pilota *Développement d'un prototype novateur pour le réemploi structurel du béton armé* è stato lanciato nel 2024 a Losanna da Itten Brechbühl, con il sostegno dell'EPFL e di Betonsuisse. L'iniziativa si inserisce nel quadro delle politiche federali di promozione dell'economia circolare e nella strategia di ricerca dell'UFAM e di Innosuisse sul riuso strutturale dei materiali da costruzione | The pilot project *Développement d'un prototype novateur pour le réemploi structurel du béton armé* (2024, Lausanne) was launched by Itten Brechbühl, supported by EPFL and Betonsuisse. The initiative forms part of the federal government's circular economy policies and aligns with the research strategies of BAUF and Innosuisse on the structural reuse of building materials.
- 2 Il progetto *Hardwald a Bülach* è tra i primi in Svizzera a integrare un modello di appalto basato su punteggi ambientali e sull'uso di strumenti di calcolo come ECO<sub>2</sub>nstruct. L'iniziativa, sviluppata con il supporto di Infra-Suisse, è oggi oggetto di monitoraggio da parte dell'USTRA come caso pilota per la definizione di linee guida nazionali sulla sostenibilità dei cantieri | The *Hardwald* project in Bülach is among the first in Switzerland to implement a procurement

model using environmental scoring and calculation tools such as ECO<sub>2</sub>nstruct. Developed with the support of Infra-Suisse, the initiative is now monitored by ASTRA as a pilot project to inform national guidelines on sustainability for construction sites.

- 3 La SIA 2065 (*Planen und Bauen in Projektallianzen*, 2020) introduce in Svizzera il concetto di alleanza di progetto, un modello di governance collaborativa in cui i diversi attori della filiera condividono obiettivi, rischi e risultati. Questo approccio, già diffuso nei paesi nordici, è considerato una delle chiavi per rendere la sostenibilità strutturale un processo collettivo e verificabile. Il testo completo è consultabile sul portale ufficiale della SIA | SIA 2065 (*Planen und Bauen in Projektallianzen*, 2020) introduces the concept of project alliances in Switzerland, a collaborative governance model in which supply chain partners share objectives, risks, and outcomes. Already common in the Nordic countries, this approach is regarded as a key means of making structural sustainability a collective and measurable process. The full text is available on the official SIA portal - Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: [www.sia.ch/it/cms/node/22236](http://www.sia.ch/it/cms/node/22236).

- 4 Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz, sviluppato da SECO e SNBS, è lo standard nazionale per la costruzione sostenibile in Svizzera. Valuta aspetti ambientali, economici e sociali lungo l'intero ciclo di vita dell'opera, in coerenza con le norme SIA e la Strategia energetica 2050 | The Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz, developed by SECO and the NNBS, is Switzerland's national standard for sustainable construction. It evaluates the environmental, economic, and social aspects across the building's entire life cycle, in accordance with SIA standards and the 2050 Energy Strategy - [www.nnbs.ch](http://www.nnbs.ch).
- 5 Marchio svizzero di qualità per edifici ad alta efficienza energetica, sostenuto da Confederazione, Cantoni e settore privato. Definisce standard volontari per edifici nuovi o rinnovati, con varianti P, A ed ECO orientate a comfort, efficienza e riduzione delle emissioni | The Swiss quality label for energy-efficient buildings, supported by the federal government, the cantons, and the private sector, establishes voluntary standards for new and renovated buildings, with P, A, and ECO variants emphasizing comfort, efficiency, and emissions reduction - [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch).

Elodie Simon, Julien Pathé, Elodie Vautrin

## Formula a basso impatto ambientale

L'approccio di una cooperativa pluridisciplinare



Il settore delle costruzioni rappresenta oggi quasi il 40% delle emissioni globali di CO<sub>2</sub> e circa il 50% del consumo di materie prime. Tra le possibili leve d'azione, la scelta

e l'uso dei materiali occupano un posto centrale. Ridurre gli impatti della costruzione richiede di attivare tutti i potenziali margini d'intervento. Lo schema illustrato (fig. 1) rappresenta questo approccio sistemico: l'impatto ambientale di un'opera o di un elemento dipende dal materiale scelto, dal modo in cui è impiegato e dalla sua durata di vita. Questa logica si traduce in tre leve interdipendenti, rappresentate come frazioni: impatto/massa, massa/funzione, e funzione/durata di vita. Tre frazioni per riflettere sul progetto e affrontare ciò che conta davvero: materia, funzione e tempo.

È in questo spirito che nel 2020 è nata la società cooperativa 2401, che riunisce ingegneri, architetti e specialisti attorno a una motivazione comune: elaborare proposte a basso impatto ambientale e alto impatto sociale. Ciò è possibile solo attraverso una pratica collettiva, interdisciplinare e impegnata. 2401 non è soltanto uno studio di ingegneria: è un luogo di scambio e di sperimentazione, in cui la competenza tecnica si intreccia con una responsabilità ambientale e sociale condivisa.

In questo articolo i membri della cooperativa affrontano la propria pratica professionale attraverso una delle tre leve. Insieme, i loro racconti delineano un approccio comune ma diversificato alla progettazione all'interno di 2401. La struttura portante occupa un posto particolare nella concezione progettuale, poiché concentra tra il 30 e il 70% dell'energia grigia di un edificio, ma anche perché due degli autori hanno una formazione in ingegneria civile. Tuttavia, questi sguardi incrociati, alimentati dalla diversità degli approcci, superano i limiti delle rispettive discipline per interrogare il progetto nel suo insieme.

## Low Environmental Impact Formula

The approach of a multidisciplinary cooperative



The construction sector today accounts for nearly 40% of global CO<sub>2</sub> emissions and around 50% of all raw material consumption. Among the possible levers for

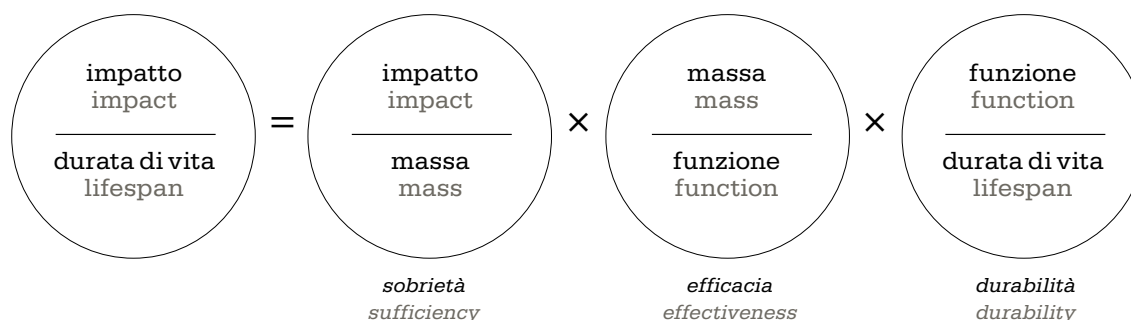
change, the choice and use of materials play a central role. Reducing the environmental impact of building requires activating every available potential for transformation. The diagram shown (fig. 1) illustrates this systemic approach: the environmental impact of a structure or building element depends on the chosen material, the way it is used and the duration of its life. This logic translates into three interdependent levers, expressed as fractions: impact/mass, mass/function and function/service life. Three fractions for thinking about design and addressing what matters most: matter, function and time.

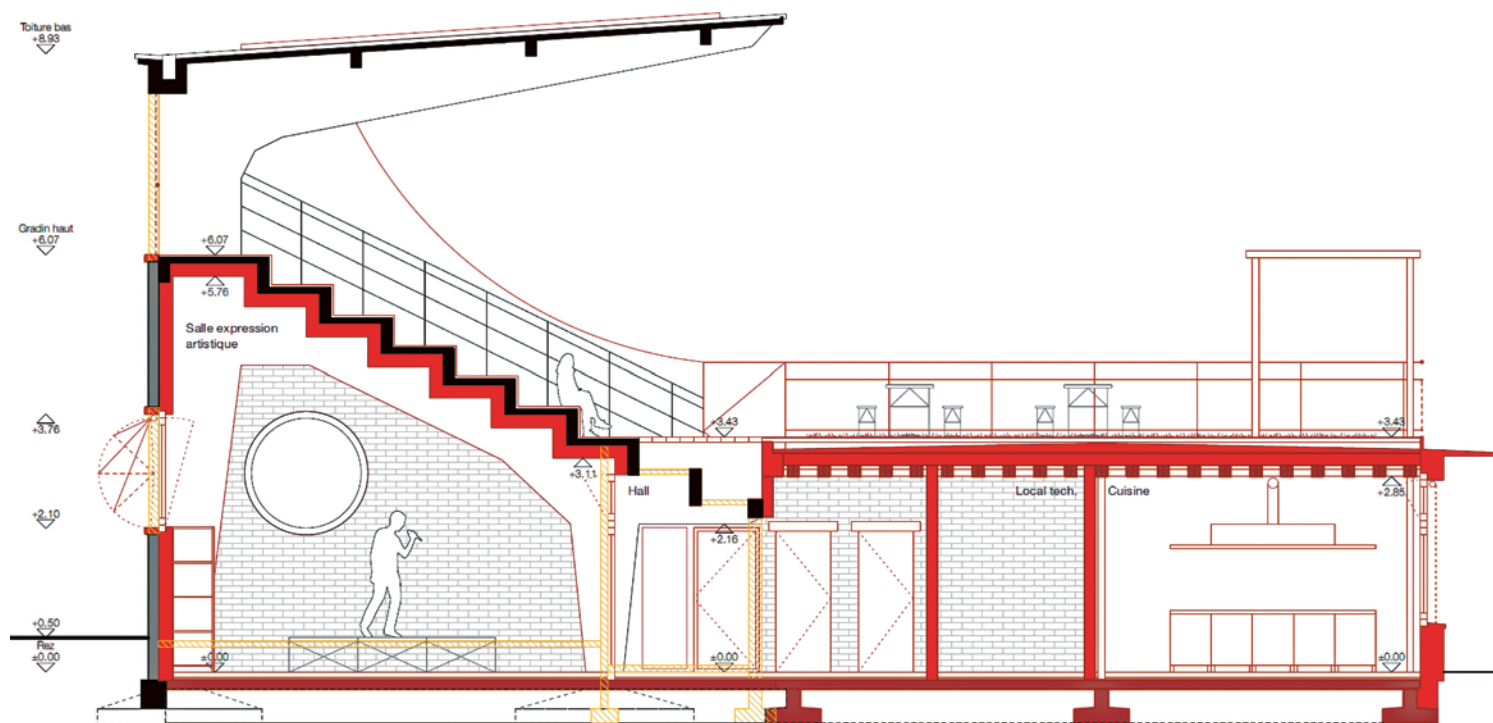
It was in this spirit that the cooperative 2401 was founded in 2020, bringing together engineers, architects and specialists around a shared motivation: developing proposals with low environmental impact and high social value. This is only possible through a collective, interdisciplinary and committed practice. 2401 is not only an engineering office: it is a place of exchange and experimentation, where technical expertise is intertwined with a shared environmental and social responsibility.

In this article, members of the cooperative examine their professional practice through one of the three levers. Taken together, their reflections outline an approach to design within 2401 that is common yet diverse. Structural design occupies a particular place in this discussion, as it typically represents between 30% and 70% of a building's embodied energy – and also because two of the authors come from civil engineering. Yet these perspectives, enriched by the diversity of their methods, extend beyond disciplinary boundaries to question the project as a whole.

Société Coopérative 2401

Elodie Simon, architect, specialist in low-impact materials; Julien Pathé, civil engineer; Elodie Vautrin, civil engineer and architect





1 Schema ispirato a EPFL SXL

2 Gailling Rickling Architectes, Coopérative 2401, progetto di estensione della tribuna dell'ex ippodromo a Yverdon-les-Bains

1 Diagram inspired by EPFL SXL

2 Gailling Rickling Architectes, Coopérative 2401, extension project of the grandstand at the former Yverdon-les-Bains racecourse

2

### Elodie Simon: impatto e massa

Nel corso dell'ultimo decennio si osservano progressi significativi nella riduzione della CO<sub>2</sub> legata alle fasi d'esercizio degli edifici, principalmente grazie all'evoluzione dei sistemi energetici. Tuttavia, sull'intero ciclo di vita, quasi il 50% delle emissioni di CO<sub>2</sub> di un nuovo edificio è emesso prima della sua messa in servizio.<sup>1</sup>

L'energia grigia di un edificio risiede quindi in gran parte nel design strutturale, ossia nelle fasi di estrazione, trasformazione e trasporto della materia. Concepire una struttura a basso impatto ambientale passa innanzitutto per una scelta consapevole dei materiali impiegati.

Di conseguenza, la conoscenza delle filiere di approvvigionamento, insieme a una sottile comprensione delle questioni territoriali connesse alla produzione, è indispensabile per considerare l'impatto ambientale di un edificio nella sua globalità. Va inoltre rilevato che la scelta dei materiali può riflettere anche disuguaglianze sociali globali: i materiali sono estratti e trasformati in maggioranza nei paesi emergenti dell'emisfero sud, per soddisfare una domanda occidentale che sembra illimitata. Per esempio, «il consumo di calcestruzzo in Svizzera è il più elevato d'Europa con 1,4 m<sup>3</sup> all'anno per persona, ovvero il doppio della media mondiale».<sup>2</sup>

Oggi, i materiali derivati dalla petrochimica restano i più economici e quindi ancora largamente impiegati: calcestruzzo armato, blocchi in calcestruzzo, isolanti in polistirene, lane minerali, pavimentazioni in PVC ecc.

In 2401, invece di un approccio monolitico o sistematicamente composito, si privilegia una diversità ragionata: selezionare i migliori materiali per il miglior uso, limitando gli assemblaggi complessi che compromettono la reversibilità del sistema. Fin dalla concezione, un «capitolato prestazionale dei materiali» consente di definire funzione e vincoli di ciascun elemento strutturale per associarvi il materiale più adatto. Trovare il materiale giusto al posto giusto significa innanzitutto riconoscere e valorizzare le qualità intrinseche di ogni materia. Nei progetti di 2401 vengono quindi

### Elodie Simon: impact and mass

Over the past decade, significant progress has been made in reducing CO<sub>2</sub> emissions from the operational phase of buildings, largely thanks to developments in energy systems. However, at the scale of the entire life cycle, nearly 50% of a new building's CO<sub>2</sub> emissions are released before it comes into operation.<sup>1</sup>

A building's embodied energy therefore lies essentially in its structural conception – in the phases of extraction, transformation and transport of materials. Designing a structure with a low environmental impact begins with a deliberate choice of the materials employed.

For this reason, knowledge of supply chains, along with a detailed understanding of the territorial issues linked to production, is essential to assess the environmental impact of a building as a whole. It is also important to recall that material choices often reflect global social inequalities: extraction and transformation largely occur in emerging countries of the southern hemisphere to satisfy a seemingly limitless Western demand. For instance, «Switzerland's concrete consumption is the highest in Europe, at 1.4 m<sup>3</sup> per person per year – twice the world average».<sup>2</sup>

Today, petrochemical-based materials remain the cheapest and thus the most widely used: reinforced concrete, concrete masonry, polystyrene insulation, mineral wool, PVC finishes, and others.

At 2401, instead of a monolithic or systematically composite approach, we aim for a reasoned diversity: selecting the most appropriate materials for the most appropriate use, avoiding complex assemblies that compromise the reversibility of the system. From the earliest stages of design, a «material performance specifications» helps define the functions and constraints of each structural element in order to assign the most suitable material. Finding the right material in the right place first means recognising and valuing the intrinsic qualities of each substance. 2401's projects therefore prioritise reuse and *bio-based* or low-impact materials.

privilegiati il riuso e l'impiego di materiali *bio-based* o a basso impatto. Il progetto rebuiLT illustra questa strategia: i pilastri sono in calcestruzzo di riuso, la carpenteria è in legno e i muri sono in paglia portante intonacata a calce. Ma si può fare ancora meglio: spesso è possibile conservare gli edifici esistenti. Il progetto di ampliamento delle tribune dell'ex ippodromo di Yverdon-les-Bains ne è un esempio: le tribune in c.a. del 1930 sono preservate e riacquistano funzione grazie all'aggiunta di un edificio la cui copertura, modellata dai gradoni esistenti, funge da scenografia. La nuova estensione adotta una struttura metallica e una copertura in materiali di riuso (metallo e legno), mentre le facciate sono a ossatura lignea isolate in fibra di legno (fig. 2).

Ogni materiale trova il proprio posto in base alla sua natura, alle qualità strutturali e al suo impatto. Questo approccio richiede formazione continua e curiosità costante: ogni materiale ha una storia, un impatto e un potenziale, da comprendere nel contesto che lo caratterizza.

Dopo la scelta del materiale viene la quantità: la massa di un'opera non è mai neutra e gioca un ruolo determinante nel bilancio ambientale di un edificio.

### Julien Pathé: massa e funzione

La questione della massa va posta: le opere sono aumentate di peso; oggi si costruisce con più materia di ieri. La massa in sé non è un problema, ma una massa maggiore implica un impatto ambientale più elevato, che sia dovuto ai volumi costruiti, ai trasporti o a un uso eccessivo di materiali. Tutto deve essere messo in discussione, tutto va minimizzato. La massa è l'indicatore comune di tutti i nostri impatti; bisogna affrontarla con serietà!

Alla fondazione della cooperativa avevamo pensato di chiamarla «minimal», per ancorare, con una parola quasi programmatica, la nostra attitudine: minimizzare tutto. Ma ridurre il nostro approccio a una sola parola sarebbe stato... troppo riduttivo. Non tutto, infatti, va minimizzato: alcuni valori vanno massimizzati. È il caso, in particolare, della qualità del costruito, che nella frazione (fig. 1) compare al denominatore attraverso la funzione. Riflettiamo questa dualità nei nostri statuti, che precisano come i membri operino

The rebuiLT project is one example: the columns are made of recycled concrete, the frame is in timber and the walls are built in load-bearing straw coated in lime. But this approach can go further: existing buildings can often be preserved. The extension of the former Yverdon-les-Bains racecourse grandstands exemplifies this approach: the reinforced-concrete stands from 1930 were preserved and reactivated through the addition of a building, whose roof – shaped by the existing terraces – functions as a scenographic platform. The extension uses a steel structure and a roof made from reclaimed metal and timber, while the façades are carried out in timber framing insulated with wood fibre (fig. 2).

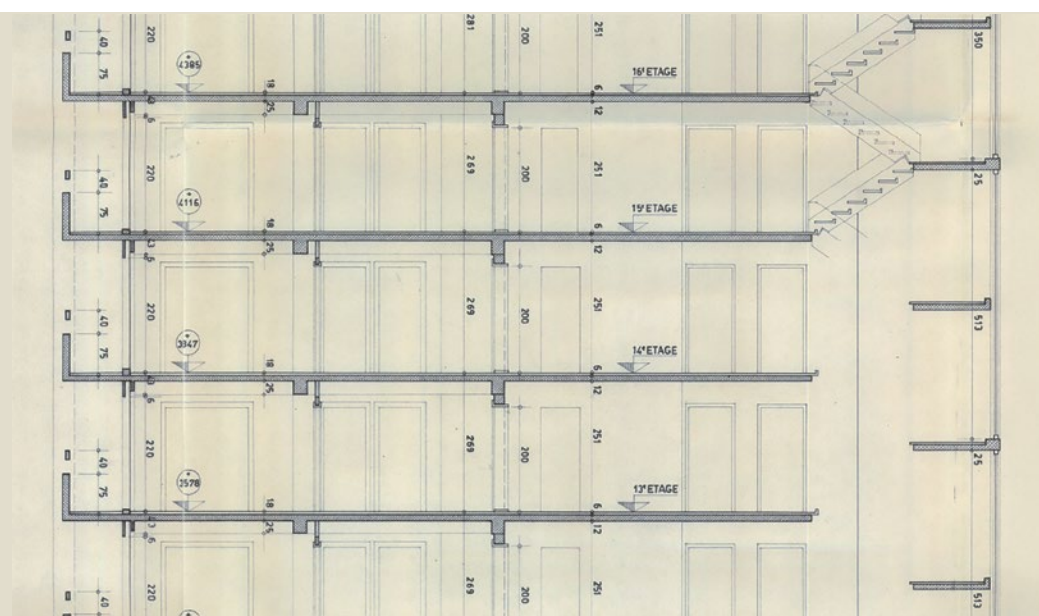
Each material finds its place according to its nature, its structural qualities and its impact. This approach requires continuous training and relentless curiosity: every material has its own history, footprint and potential, which must be understood in its context.

After material choice comes quantity: the mass of a structure is never neutral and plays a decisive role in its environmental footprint.

### Julien Pathé: mass and function

The question of mass needs to be raised: our works have grown heavier; today we build with more material than we did in the past. Mass in itself is not the issue, yet greater mass entails a higher environmental impact, whether due to built volumes, transport, or excessive use of materials. Everything must be questioned, everything must be minimised. Mass is the common indicator of all our impacts; it must be taken seriously.

When founding the cooperative, we had considered calling it «minimal» to anchor, with a word almost akin to a manifesto, our attitude: minimising everything. But reducing our approach to a single term would have been... reductive. Not everything, in fact, can be minimised: certain values must be maximised. Such is the case, in particular, for the quality of what is built, which in the fraction (fig. 1) appears in the denominator through function. This duality is reflected in our statutes, which specify that members work to maximise social value while minimising environmental impact.



3-4 Piano d'archivio della Tour des Charmettes a Friburgo costruita nel 1963. Sezione dei solai da 12 cm. Progetto di risanamento Jacques Jaeger e Coopérative 2401

3-4 Archive plan of the Tour des Charmettes in Fribourg, built in 1963. Section of the 12 cm slabs. Renovation project by Jacques Jaeger and Coopérative 2401



per massimizzare il valore aggiunto sociale e minimizzare l'impatto ambientale.

Quanto alla funzione – il servizio reso da un elemento o da un materiale – bisogna osare metterla in discussione lungo tutto il progetto. In una strategia di riduzione degli impatti, nulla sarebbe più assurdo che concepire una funzione di cui nessuno avrà bisogno. Tornando alla frazione, il denominatore tenderebbe a zero e, anche con massa minima, il rapporto diverrebbe infinito. Occorre dunque identificare le funzioni necessarie ed epurare le altre. Questo implica prendere distanza e rimettere in discussione le abitudini. Ma questa distanza è creativa: comprendere meglio le funzioni di edifici, elementi e materiali significa capire meglio che cosa costruiamo e perché. Tale postura alimenta il dialogo tra gli attori del progetto e rafforza la comprensione reciproca tra discipline. È in questo spirito di collaborazione e scambio che esercitiamo il mestiere all'interno di 2401. Prendiamo un muro: può assolvere funzioni statiche, estetiche, acustiche o termiche. Eppure, a seconda del contesto, non deve per forza rispondere a tutte queste esigenze, o può assumerne altre. Per comprenderlo appieno va considerato in tutte le sue dimensioni. L'ingegnere civile non può fermarsi alla statica, il termotecnico alla sola termica, né l'architetto alla sola forma. Ognuno deve ampliare il proprio campo disciplinare ed intrecciarlo con quello degli altri. È in questo terreno comune che si definisce la qualità di ciò che viene costruito, come ottimizzazione delle funzioni.

Quanto alla massa – cioè alle quantità – una certezza rimane: per fare meglio, dobbiamo fare meno. Ogni opportunità di risparmio va colta e, soprattutto, bisogna smettere di trovare scuse all'inazione. Insistiamo su questa posizione, perché, nonostante l'evidenza delle virtù della sobrietà, nella pratica le scuse emergono troppo in fretta: «Non sono io, sono gli altri!». Gli «altri» sono, a turno, gli specialisti, la committenza, le norme, il budget o il contesto.

Sul campo, a contatto con l'esistente, il quadro è netto: nessuna rivoluzione tecnologica maggiore da un secolo, eppure le costruzioni si sono appesantite. Le opere antiche testimoniano un'altra intelligenza costruttiva, dove ogni materiale era impiegato con misura e si cercava prima di tutto di rispondere minimamente alla funzione. Lavoriamo oggi su una torre degli anni Sessanta con solai di 12 cm (figg. 3-4) – nulla di eccezionale all'epoca – o su una tribuna sportiva con solai dallo spessore ormai inimmaginabile di 7 cm (fig. 2). Per confronto, i solai residenziali attuali misurano spesso 25-30 cm, e non è raro vedere 40-50 cm negli edifici industriali, direzionali o pubblici. Questo oggi non è più concepibile. Talvolta non è la pigrizia a portarci fuori misura, ma il suo opposto: il culto del gesto! Se la prima appesantisce per semplicità, il secondo spinge alla dismisura, all'ostentazione e allo spettacolare. Le opere diventano dimostrazioni di forza: mensole inutili, grandi luci gratuite, percorsi di carico contraddetti ecc. Queste costruzioni pretendono di essere prodezze, ma voltando le spalle alla razionalità dimenticano la funzione e sacrificano la materia sull'altare dell'ego dei progettisti. La nostra frazione tende allora all'infinito. Ciò non è possibile in un mondo finito.

### Elodie Vautrin: funzione e durata di vita

La quantità di energia necessaria per soddisfare una funzione è tanto più bassa quanto più a lungo tale funzione è garantita. Una volta valutata la funzione, la durabilità di un edificio passa dunque per la preservazione dell'esistente, poiché l'energia più pulita resta quella che non si consuma.

In una logica di circolarità, si distinguono tre livelli d'azione: conservare, riutilizzare/riusare, quindi riciclare. In

As for function – the service provided by an element or a material – it must be questioned throughout the entire project. Within a strategy focused on reducing impacts, nothing would be more absurd than conceiving a function for which no need exists. Returning to the fraction, the denominator would tend toward zero and, even with minimal mass, the ratio would become infinite. Necessary functions must therefore be identified and the others removed. This implies taking a step back and challenging established habits. Yet such distance is creative: understanding more clearly the functions of buildings, elements, and materials means understanding more clearly what we build and why. This stance nurtures dialogue among project actors and reinforces mutual understanding between disciplines. It is in this spirit of collaboration and exchange that we practise our profession within 2401. Take a wall: it may fulfil structural, aesthetic, acoustic, or thermal functions. And yet, depending on context, it does not necessarily need to meet all these requirements – or it may need to meet different ones. To understand it fully, it must be considered in all its dimensions. The structural engineer cannot confine themselves to statics, the energy engineer cannot limit themselves to thermal behaviour, nor can the architect focus solely on form. Each must broaden their disciplinary scope so that it intersects with that of the others. It is within this common ground that the quality of what is built is forged, as an optimisation of functions.

As for mass – i.e. quantities – one certainty remains: to do better, we must do less. Every opportunity for reduction must be seized and, above all, we must stop looking for excuses not to act. We insist on this attitude because, despite how obvious the virtues of sobriety may be, excuses arise far too quickly in practice: «It's not me, it's the others!» «The others» are, by turns, consultants, clients, standards, budgets, or context.

On site, in direct contact with the existing, the picture is clear: no major technological revolution has occurred in a century, and yet construction has grown heavier. Ancient works bear witness to a different constructive intelligence, in which each material was used sparingly and the goal was first and foremost to meet the function minimally. We are currently working on a 1960s tower with 12 cm slabs (figg. 3-4) – nothing exceptional at the time – or on a sports grandstand whose slabs are a now unimaginable 7 cm thick (fig. 2). By comparison, today's residential slabs often measure 25-30 cm, and 40-50 cm are not uncommon in industrial, office, or public buildings. This is no longer feasible. Sometimes it is not laziness that leads us astray, but the opposite: the cult of the gesture. If laziness makes structures heavier through convenience, the cult of the gesture drives disproportion, ostentation, and spectacle. Works become demonstrations of force: unnecessary cantilevers, gratuitous long spans, contradicted load paths, and so on. These constructions claim to be feats, but in turning their backs on rationality they forget function and sacrifice material on the altar of the designer's ego. Our fraction then tends toward infinity. This is untenable in a finite world.

### Elodie Vautrin: Function and Service Life

The amount of energy required to fulfil a function decreases the longer that function is ensured. Once the function has been evaluated, the durability of a building therefore relies on preserving what already exists, since the cleanest energy is still the one not consumed. Within a circular logic, three levels of action can be distinguished: preserve, reuse, then recycle. At 2401 we apply this approach from the very first project phases. Thus, in the parallel study mandates for transforming the grandstand of the former racecourse in Yverdon-les-Bains (fig. 2), we worked

2401 applichiamo questa riflessione sin dalle prime fasi di progetto. Così, nei mandati di studi paralleli per la trasformazione della tribuna dell'ex ippodromo di Yverdon-les-Bains (fig. 2), abbiamo lavorato con gli architetti per conservare e valorizzare la struttura esistente. In complemento, la struttura dell'estensione risponde alle esigenze del programma ed è interamente pensata per poter essere realizzata con elementi di riuso.

Lungi dall'essere un'idea nuova, il riuso è stato a lungo la norma, prima di essere marginalizzato dalla standardizzazione industriale del XX secolo. Oggi, in Svizzera, questa pratica ritrova slancio, sostenuta da attori impegnati, filiere in sviluppo e da un'evoluzione progressiva dei quadri tecnici e regolatori. Malgrado alcuni ostacoli – logistici, normativi o assicurativi – il riuso presenta numerosi vantaggi: riduzione dell'energia grigia, limitazione dell'estrazione di materie prime, diminuzione dei rifiuti e sostegno alle filiere locali. Restando sulla struttura portante, i materiali contemporanei più diffusi presentano ciascuno specifici punti di forza per un riuso strutturale.

Il calcestruzzo, per esempio, offre un interessante campo di sperimentazione: un elemento riusato ha già compiuto ritiri e fessurazioni viscosi, e la sua resistenza meccanica è aumentata nel tempo. Il suo carattere monolitico, spesso percepito come vincolo, diventa un punto di forza: una soletta può diventare muro, senza casseri né tempi di maturazione. Il progetto di de-costruzione dell'edificio industriale Baumettes 21 a Renens (fig. 6) ha così alimentato quattro nuovi progetti di costruzione.

Il metallo, grazie alla standardizzazione, si presta naturalmente al riuso. I profili laminati sono facilmente identificabili e le loro proprietà verificabili. Il riuso di tali elementi presenta un bilancio ambientale rapidamente positivo, riducendo al contempo la rifusione necessaria nella filiera dell'acciaio riciclato. Lo abbiamo sperimentato nel progetto di ampliamento della scuola «la Manufacture» a Losanna (fig. 5), in cui la maggior parte della carpenteria è realizzata con profilati di riuso.

Il legno, infine, vede strutturarsi una filiera dedicata grazie a nuovi strumenti di tracciabilità e caratterizzazione. Materiale vivo e trasformabile, offre un forte potenziale di riutilizzo diretto, soprattutto quando è poco trasformato e proviene da circuiti locali.

All'interno della cooperativa, questa volontà di prolungare la durata di vita delle opere e dei materiali si inserisce in un'organizzazione collaborativa ed evolutiva. Ogni progetto diventa un'esperienza condivisa, in cui la conoscenza dei materiali e la progettazione strutturale si sviluppano congiuntamente, in una logica di apprendimento collettivo e coerenza sostenibile. Ma la coerenza di un progetto non si gioca solo nei muri o nella struttura: si costruisce anche nel modo di lavorare insieme. La durabilità tecnica non può esistere senza una durabilità umana e organizzativa.

### **Agire insieme per costruzioni a basso impatto**

La sostenibilità non si decreta: si pratica e si costruisce collettivamente. All'interno della Società Cooperativa 2401, gli approcci tecnici trovano pieno senso quando sono sostenuti da un gruppo impegnato, in cui ogni competenza serve il bene comune.

La cooperativa funziona secondo principi di olocrazia e *governance* condivisa: l'organizzazione si struttura in cerchi tematici, composti da ruoli che definiscono responsabilità e doveri verso il collettivo. Ogni membro sceglie liberamente i propri impegni e può partecipare a più progetti o attività in parallelo. Questa flessibilità favorisce agilità, creatività e appropriazione delle decisioni, consentendo a

with the architects to preserve and enhance the existing structure. In addition, the extension's structure responds to programme requirements and is entirely conceived to be built from reused elements.

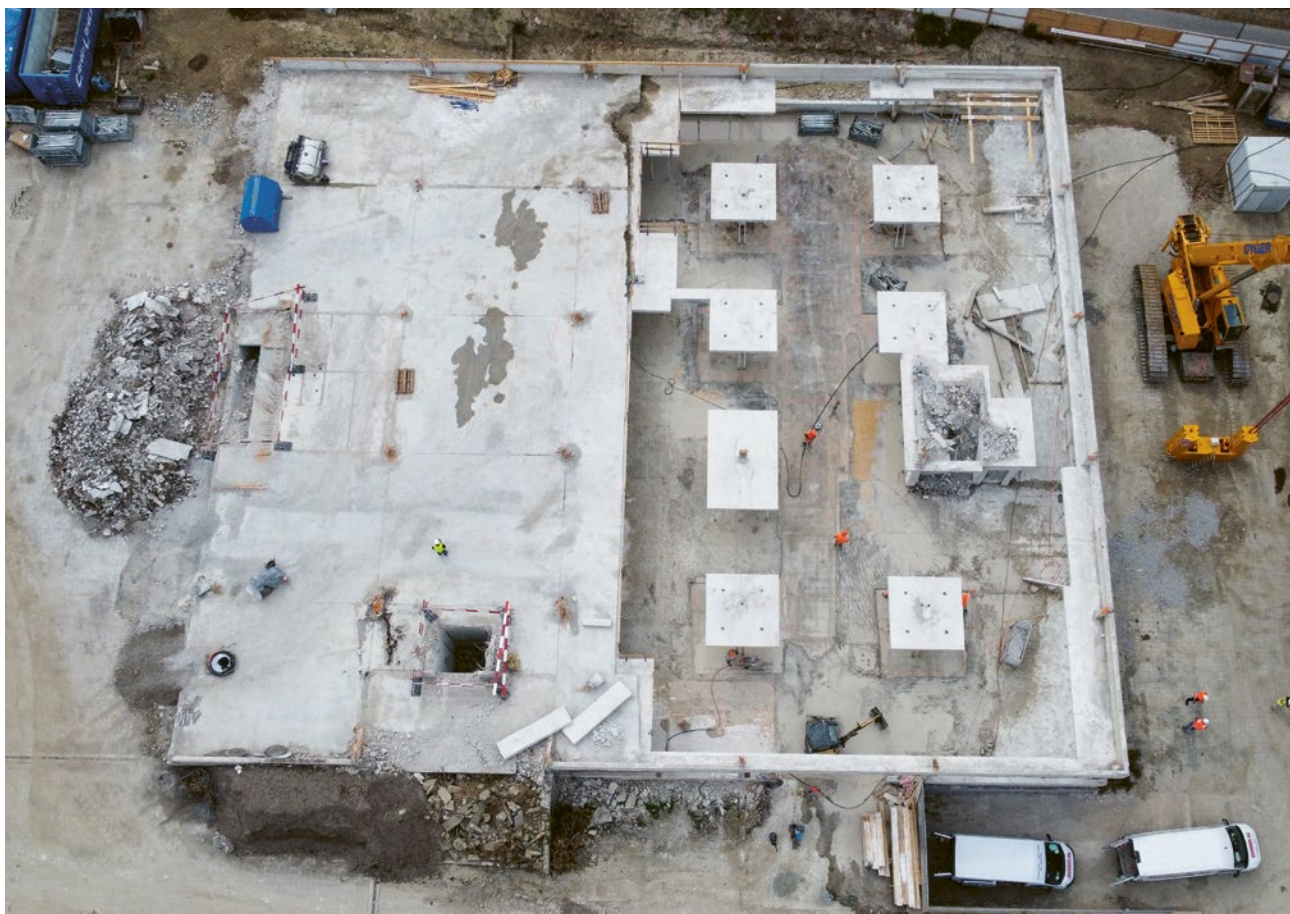
Far from being a new idea, reuse was long the norm before being marginalised by the industrial standardisation of the twentieth century. Today, in Switzerland, this practice is regaining momentum, supported by committed actors, emerging supply chains, and a gradual evolution of technical and regulatory frameworks. Despite certain obstacles – logistical, regulatory, or insurance-related – reuse brings numerous advantages: reducing embodied energy, limiting raw material extraction, decreasing waste, and supporting local industries. Focusing on load-bearing structures, the most common contemporary materials each offer specific strengths for structural reuse.

Concrete, for example, provides an intriguing field of experimentation: a reused element has already undergone shrinkage and creep cracking, and its mechanical strength increases over time. Its monolithic nature, often perceived as a constraint, becomes an asset: a slab can become a wall, with no formwork and no curing time. The deconstruction project of the industrial building Baumettes 21 in Renens (fig. 6) thus fed into four new construction projects.

Steel, thanks to its standardisation, naturally lends itself to reuse. Rolled profiles are easy to identify and their properties easy to verify. Reusing such elements quickly yields a positive environmental balance, while reducing the remelting required within the recycled-steel supply chain. We tested this in the extension of the «la Manufacture» school in Lausanne (fig. 5), where most of the structure is built from reused sections. Lastly, timber is seeing the formation of a dedicated supply chain thanks to new tools for traceability and characterisation. A living and adaptable material, it offers strong potential for direct reuse, especially when minimally processed and sourced locally.

Within the cooperative, this intention to prolong the service life of structures and materials is embedded in a collaborative and evolving organisation. Each project becomes





5 Realizzazione di una sala spettacoli in acciaio di riuso a Losanna. Foto Coopérative 2401

6 De-costruzione di un edificio industriale in calcestruzzo a Renens. Foto Coopérative 2401

5 Construction of a performance hall using reclaimed steel in Lausanne. Photo Coopérative 2401

6 Deconstruction of a concrete industrial building in Renens. Photo Coopérative 2401

ciascuno di progredire nella propria specialità e sperimentare nuove soluzioni.

Al di là di materiali e tecniche, è questa dinamica collettiva a rendere possibile la sostenibilità in senso ampio: preservare le risorse, limitare l'impatto ecologico, trasmettere il *know-how* e costruire edifici pensati per durare ed evolvere. La sobrietà costruttiva e la circolarità non sono solo obiettivi tecnici, ma il frutto di un'intelligenza collettiva e di un'organizzazione consapevole dei legami tra materia, uso e tempo.

Pensare la costruzione circolare significa innanzitutto pensare insieme: condividere i saperi, sperimentare, riusare, reinventare e lasciare che la *governance* del collettivo sostenga una visione sostenibile e resiliente.

a shared experience, in which material knowledge and structural design develop jointly, following a logic of collective learning and sustainable coherence. Yet a project's coherence does not play out solely in walls or structure: it is also built in the way we work together. Technical durability cannot exist without human and organisational durability.

### Acting Together for Low-Impact Construction

Sustainability cannot be decreed: it must be practised and built collectively. Within the 2401 Cooperative, technical approaches find their full meaning when supported by a committed group in which each competence serves the common good.

The cooperative operates according to principles of holacracy and shared governance: the organisation is structured into thematic circles, composed of roles that define responsibilities and duties toward the collective. Each member freely chooses their commitments and may take part in multiple projects or activities in parallel. This flexibility encourages agility, creativity, and ownership of decisions, allowing each person to advance within their specialty and experiment with new solutions.

Beyond materials and techniques, it is this collective dynamic that makes sustainability possible in the broadest sense: preserving resources, limiting ecological impact, transmitting know-how, and constructing buildings designed to last and evolve. Constructive sobriety and circularity are not merely technical goals, but the result of a collective intelligence and an organisation aware of the ties between matter, use, and time.

To think circular construction is first and foremost to think together: to share knowledge, experiment, reuse, reinvent, and allow the collective's governance to sustain a sustainable and resilient vision.

#### Note | Notes

- 1 Röck, «Embodied GHG emissions of buildings».
- 2 EMCO (European Ready-Mix Concrete Organization), 2016.

#### Bibliografia | References

- Röck Martin, Marcella Ruschi Mendes Saade, Maria Balouksi, Freja Nygaard Rasmussen, Harpa Birgisdottir, Rolf Frischknecht, Guillaume Habert, Thomas Lützkendorf, & Alexander Passer. «Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation». *Applied Energy* (2019) <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114107>

Roberto Guidotti

# RRR: riflettere, riflettere e ancora riflettere



Anche se la sostenibilità di un'infrastruttura risiede spesso nel cambiamento garantito dalla nuova risorsa, non va dimenticato che una progettazione atten-

ta – fondata su una riflessione approfondita e su solide conoscenze – consente di migliorare l'impatto derivante dalla sua realizzazione. Nel seguito, attraverso alcuni esempi, si intende mostrare come, anche nelle opere infrastrutturali e strutturali, la soluzione più appropriata possa consistere nel mantenere l'oggetto esistente, o parte di esso, rinforzandolo, modificandolo o reimpiegandolo altrove.

La prima domanda a cui un progettista è chiamato a rispondere riguarda la reale necessità di costruire. Infatti, ancor prima di valutare la natura e la quantità dei materiali impiegati, occorre considerare che solo un'opera strettamente indispensabile e proporzionata alle esigenze, attuali o sapientemente previste per il futuro, può essere definita sostenibile. Tra il mantenere la situazione esistente e il ricostruire si collocano tutti quei casi in cui le infrastrutture esistenti possono essere conservate, essendo in grado di soddisfare le nuove esigenze attraverso accorgimenti semplici, ma concepiti con cura. Per il ponte sulla Maggia (fig. 2), che presentava carenze di profilo libero per il passaggio delle piene, Aurelio Muttoni ha progettato un innalzamento dell'impalcato esistente, accompagnato dalla sostituzione delle due pile verticali poste in alveo con puntoni inclinati.<sup>1</sup> Questa operazione, oltre a risolvere la problematica fluviale, ha migliorato il comportamento strutturale della campata centrale introducendo una componente di compressione e ha alleggerito l'aspetto complessivo dell'opera.

Va comunque sottolineato che la valutazione della possibilità di conservare un'opera, piuttosto che demolirla e ricostruirla, può comportare una significativa componente soggettiva. Infatti, in questo processo si intrecciano «fattori non misurabili», quali il valore storico e culturale dell'oggetto. Ritengo comunque che tali considerazioni, senza prendersi un posto nel terzo girone del settimo cerchio dantesco, non debbano essere ritenute determinanti o esclusive. Nel caso del ponte sul Ticino, presso la centrale AET della Biaschina, la struttura mista acciaio/calcestruzzo presentava difetti di connessione tra la piattabanda, fortemente degradata dai cloruri, e le travi metalliche, con conseguenti deformazioni irreversibili. Si è quindi proposto di mantenere le travi in carpenteria d'acciaio esistenti, sostituendo la piattabanda con una nuova in calcestruzzo armato, connessa alla struttura metallica tramite nuovi connettori duttili (fig.3). Il mantenimento dell'intero impalcato, accompagnato dall'aggiunta di elementi di rinforzo esterni, avrebbe sì preservato la testimonianza dell'avanguardistica connessione «incollata» mediante resina sintetica e bulloni precompressi di sicurezza,<sup>2</sup> ma avrebbe soltanto migliorato l'aspetto strutturale senza risolvere il degrado e i difetti concettuali dell'opera. Per rinforzare l'impalcato che, anche dopo la sostituzione della piattabanda, leggermente sopraelevata rispetto all'originale, non avrebbe rispettato le nuove esigenze di carico,

# RRR: reflect, reflect, and reflect again



Even when the sustainability of an infrastructure is primarily tied to the transformation enabled by a new resource, one should not overlook how careful design–

grounded in rigorous reflection and solid expertise–can substantially improve the impact generated by its construction. The following pages use a series of examples to show how, even in structural and infrastructural works, the most appropriate solution may lie in retaining an existing element, or part of it, reinforcing it, modifying it, or redeploying it elsewhere.

The first question any designer must confront concerns the real necessity of building. Long before assessing the nature and quantity of materials, the essential point is that only what is strictly required – proportionate to present needs and those wisely predicted for the future – can legitimately be called sustainable. Between preserving what already exists and reconstructing it lies a wide range of cases in which existing infrastructures can be conserved, meeting new requirements through simple yet carefully conceived measures. For the bridge over the Maggia River (fig. 2), whose free-flow profile proved insufficient for flood passage, Aurelio Muttoni designed an elevation of the existing deck and replaced the two vertical piers in the riverbed with inclined struts.<sup>1</sup> Beyond resolving hydraulic concerns, the operation improved the structural behaviour of the central span by introducing a compressive component and lightened the overall appearance of the bridge.

It must be acknowledged, however, that assessing whether an existing structure can be retained, rather than demolished and rebuilt, inevitably involves a subjective dimension. This process touches on «immeasurable factors», such as the historic and cultural value of the artefact. These considerations, – without taking a place in the third ring of the seventh Circle of Hell – should, however, not be regarded as decisive or exclusive. At the Ticino River bridge near AET's Biaschina power plant, the composite steel and concrete structure suffered from defective connections between the deck, severely degraded by chlorides, and the steel beams, resulting in irreversible deformations. The proposal retained the existing steel girders while replacing the deck with a new reinforced-concrete slab connected to the metal structure via new ductile connectors (fig. 3). Retaining the entire deck – together with the addition of external strengthening elements – would certainly have preserved evidence of the once-pioneering «glued» connection using synthetic resin and safety bolts,<sup>2</sup> but it would have improved the structural behaviour without addressing either the degradation or the conceptual shortcomings of the original design. To strengthen the superstructure, which – even with the slightly raised new slab – would not have met updated load requirements, the static scheme was transformed from a simply supported beam into a two-hinge frame. On each bank, an abutment pier was added and connected to the deck through a frame joint, together with a lower cast-in-place reinforced-concrete slab: the latter strengthens the lower flanges of the steel girders where they would otherwise be unable to resist compressive forces.

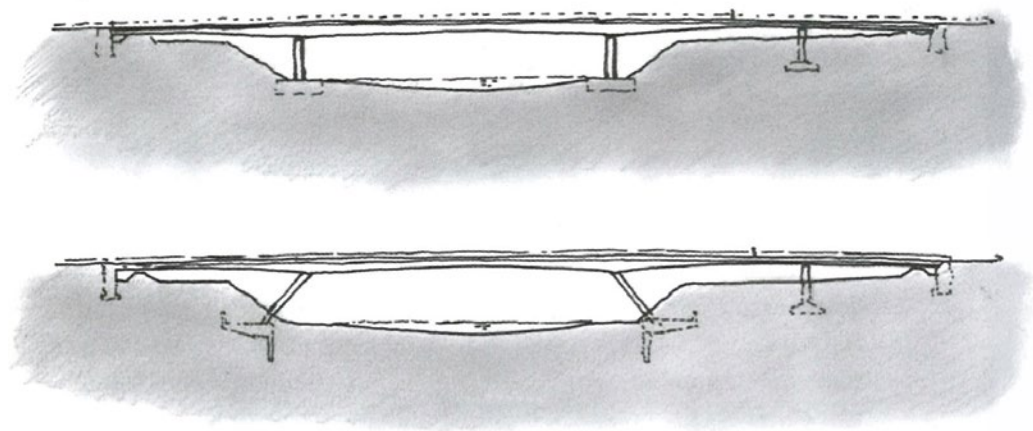


1 Structurame, ponte ferroviario di  
Près-Bois, Vernier, 2023-2024

1 Structurame, Près-Bois Railway Bridge,  
Vernier, 2023-2024

si è modificato il sistema statico dalla trave semplice originale a un telaio a due cerniere. Su ciascuna sponda sono stati aggiunti un piedritto connesso all'impalcato tramite un nodo di telaio e una piattabanda inferiore, entrambi in calcestruzzo armato gettato in opera: quest'ultima rinforza le ali inferiori delle travi metalliche laddove non avrebbero sopportato lo sforzo di compressione. La posizione dei piedritti, davanti alle spalle esistenti, e la configurazione delle spalle originali hanno permesso di evitare nuove opere di fondazione, malgrado l'aggiunta delle componenti orizzontali delle reazioni trasmesse ai riempimenti retrostanti. Dopo la demolizione della piattabanda e la costruzione dei piedritti,

The position of the new abutments, placed before the existing ones, together with the configuration of the original supports, allowed the project to avoid any new foundation works despite introducing horizontal reactions into the backfills. After demolishing the old deck and constructing the new abutments, but before forming the frame joint, the steel girders were deflected upward using hydraulic jacks mounted atop two temporary towers in the riverbed—structures already needed for casting the new slab. This allowed recovery of the permanent deformation caused by partial plastification resulting from the original faulty connection. Although the decision to retain part of the structure was driv-



2

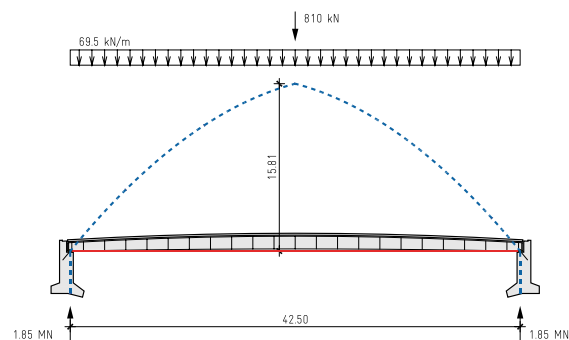
ma prima della realizzazione del nodo di telaio, le travi metalliche sono state deformate verso l'alto mediante martinetti posti in sommità a due torri provvisorie, già necessarie per il getto della nuova piattabanda, disposte nell'alveo del fiume. Questa operazione ha consentito di recuperare la deformazione permanente dovuta alla parziale plastificazione delle travi, conseguente ai difetti di connessione precedentemente citati. Pur essendo la scelta di mantenere parte della struttura motivata non da considerazioni ambientali, ma da ragioni economiche legate all'impossibilità di interrompere il funzionamento degli elettrodotti appesi alle travi, questo esempio, oltre a dimostrare l'efficienza della modifica dei vincoli strutturali, evidenzia un approccio in cui la perdita parziale dell'opera originale è considerata «accettabile». Le motivazioni di questa concessione sono le stesse che hanno guidato Aurelio Muttoni nel progetto per l'attraversamento della strada cantonale sulla Verzasca a Frasco: il rispetto assoluto della dimensione culturale dell'opera, da preservare ancor più dell'opera stessa.<sup>3</sup> A differenza del ponte sul Ticino, quello sulla Verzasca è stato mantenuto nella forma pressoché originale, affiancando un nuovo ponte all'esistente e evitando la soluzione abituale di aggiungere, all'impalcato originario, una piattabanda con aggetti che ne avrebbe snaturato la struttura muraria a doppio arco (fig. 4).

Nell'antichità era prassi più comune attingere ai manufatti che avevano perso valore funzionale o culturale, trasformandoli in vere e proprie «cave urbane», da cui prelevare materiali con grande facilità e senza doverli estrarre dai giacimenti naturali. Con l'avvento delle macchine edili, durante l'era industriale, la demolizione ha sostituito lo smontaggio, capovolgendo questa evidenza. Gli attuali criteri di valutazione, in cui il costo ambientale riveste un ruolo centrale, hanno nuovamente creato le condizioni perché il riuso

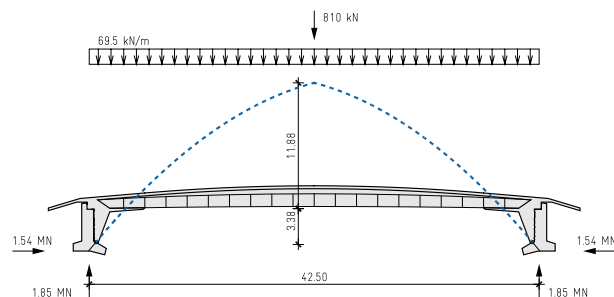
en not by environmental concerns but by economic necessity – specifically the impossibility of interrupting the operation of the power lines hanging from the girders – the example illustrates the efficiency of modifying structural restraints and adopts an approach in which the partial loss of the original structure is deemed «acceptable». The reasoning echoes that guiding Muttoni's project for the crossing of the cantonal road over the Verzasca River in Frasco: an uncompromising respect for the cultural dimension of the work, to be preserved even more rigorously than the artefact itself.<sup>3</sup> Unlike the Ticino bridge, the Verzasca structure was maintained almost entirely in its original form, with a new bridge built beside it rather than adopting the common strategy of widening the historic deck with overhanging slabs, which would have distorted the logic of its twin-arch masonry (fig. 4).

In antiquity, it was customary to draw from buildings that had lost functional or cultural meaning, turning them into genuine «urban quarries» where materials could be recovered effortlessly, avoiding extraction from natural deposits. With the advent of industrial-era construction machinery, demolition replaced disassembly, overturning this logic. Contemporary evaluation criteria – where environmental cost plays a central role – have again created conditions in which reuse becomes a meaningful option, as it did in times of scarcity in the past century.

ANALISI LONGITUDINALE DELLA TRAVE SEMPLICE



ANALISI LONGITUDINALE DELL'ARCO PORTALE



3



costituisca un'opzione interessante, come accadeva anche nei periodi di crisi del secolo scorso.

Per comprendere questo tipo di approccio strutturale, vale la pena partire dalla Cisterna Basilica di Istanbul, la cui funzione di bacino di accumulo ha inevitabilmente orientato l'azione dei progettisti sugli aspetti tecnici e costruttivi, trascurando qualsiasi considerazione estetica. Ciononostante, il rigore della struttura – una serie di volte a crociera poggiate su colonne di riuso –, in contrasto con l'assoluta libertà nella disposizione e composizione dei singoli elementi strutturali conferisce all'opera una qualità spaziale indiscutibile. L'insegnamento sul riuso che emerge da questo esempio è che un concetto forte legittima l'impiego «innaturale» di un elemento costruttivo, come un capitello posto alla base di una colonna troppo corta, perché, per la sua nuova funzione e considerando la disponibilità attuale, risulta la soluzione migliore. Già nel VI secolo, i costruttori agli ordini dell'imperatore Giustiniano, pur avendo l'imbarazzo della scelta sull'opera da smontare, non disponevano sempre dell'elemento adatto; ancor più oggi, nel riuso contemporaneo, la disponibilità dei materiali e la difficoltà di reperire quelli desiderati devono essere integrate sin dall'inizio della progettazione, poiché la forma degli elementi costituisce un parametro, non un risultato del processo progettuale.

Nel progetto per il risanamento del ponte della centrale AET del Piottino abbiamo compreso fin dall'inizio che l'obiettivo non era la leggerezza della nuova piattabanda – destinata a sostituire quella lignea giunta a fine vita – in quanto l'impalcato esistente disponeva di una significativa riserva di resistenza. Pertanto, nella fase di progettazione ci si è concentrati sullo sviluppo di un intervento con elementi massicci, rimandando a un secondo tempo la loro formalizzazione. Il concetto prevedeva la rimozione del binario e della piattabanda centrale in legno, sostituendola con lastre di calcestruzzo armato di recupero. Le mensole che accolgono i marciapiedi, originariamente previste come zone di sicurezza, non presentando resistenza sufficiente, sono state escluse dalla superficie accessibile al pubblico, integrando una semplice rete metallica posta ai margini delle lastre centrali. La superficie calpestabile delle mensole, inizialmente in legno, è stata sostituita da griglie metalliche che facilitano la manutenzione delle infrastrutture sottostanti. La forma delle lastre di riuso è stata definita solo in fase di progetto esecutivo, quando, nella demolizione del viadotto di Via Tatti tra Bellinzona e Monte Carasso, è stata individuata la miglior fonte di elementi. Questo approccio ha permesso di ridurre ulteriormente l'impatto ambientale legato a trasporti e stoccaggio, poiché le lastre sono state trasferite direttamente dal luogo di estrazione a quello di impiego. L'intervento, realizzato con costi economici e ambientali molto contenuti, ha consentito alla struttura originale del manufatto di vivere una quarta fase della sua vita. Costruito nel 1929 come ponte ferroviario per la manutenzione della centrale, nel 1952 è stato rinforzato con l'aggiunta di sottotranti per consentire il passaggio di vagoni più pesanti; tale condizione è durata fino agli inizi degli anni Ottanta, quan-



To understand this structural attitude, one may begin with Istanbul's Basilica Cistern, whose role as a vast storage basin demanded that designers privilege technical and construction concerns over any aesthetic ambition. Yet the rigour of the structure – a forest of cross vaults resting on reused columns –, set in stark contrast to the freedom with which individual elements were arranged creates an undeniably powerful spatial quality. The lesson is that a strong conceptual framework legitimises apparently «unnatural» uses of construction elements: a capital positioned at the base of a too-short column can be perfectly reasona-



2 Aurelio Muttoni, ponte sulla Maggia, Locarno-Ascona, 1992-1994

3 Ingegneri Pedrazzini Guidotti, ponte AET Biaschina, Pollegio-Personico, 2014-2016

4 Aurelio Muttoni, ponti sulla Verzasca, Frasco, 2002-2009

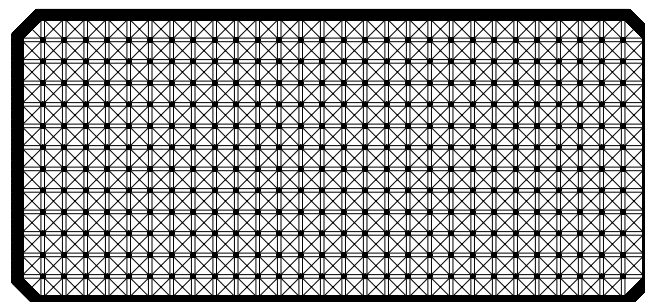
5 Antemio di Tralle e Isidoro di Mileto (attribuito a), Cisterna Basilica, Istanbul, 532 d.C.

2 Aurelio Muttoni, Maggia Bridge, Locarno-Ascona, 1992-1994

3 Ingegneri Pedrazzini Guidotti, AET Biaschina Bridge, Pollegio-Personico, 2014-2016

4 Aurelio Muttoni, Verzasca Bridges, Frasco, 2002-2009

5 Anthemius of Tralles and Isidore of Miletus (attributed), Basilica Cistern, Istanbul, 532 AD



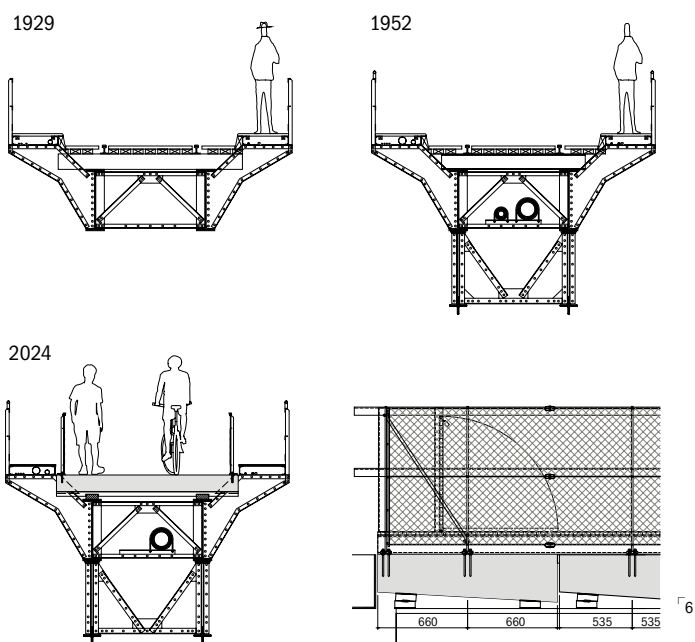
do la costruzione dell'autostrada ne ha impedito il transito. Successivamente, il ponte è stato percorso esclusivamente da automobili ed oggi è stato trasformato in passerella ciclopedonale, con accesso per veicoli a motore riservato al personale della centrale (figg. 6-7).

L'ultimo esempio affronta il tema secondo cui gli interventi volti al mantenimento di una struttura con difetti o mancanze significative non devono necessariamente assumere le parvenze di un accanimento terapeutico. Per conservare il ponte ferroviario di Près-Bois a Vernier (figg. 1, 8), gli ingegneri di Structurame hanno progettato dei puntoni in acciaio posti sulla sommità della pila centrale, in grado di ripristinare una sicurezza dell'impalcato sufficiente rispetto alla rottura al taglio. La particolarità dell'approccio consiste nel non limitarsi ad aumentare la resistenza mediante nuovi elementi destinati esclusivamente a trasmettere questo tipo di sforzo, ma nel ridurre gli sforzi di flessione che compromettono la capacità portante al taglio degli elementi in calcestruzzo armato privi di armatura trasversale. I puntoni trasmettono la forza di compressione alla pila attraverso una nuova sella in calcestruzzo armato, mantenuta in posizione grazie a una precompressione trasversale. Per massimizzare l'efficienza del rinforzo, i puntoni sono stati inoltre precompressi con martinetti piatti. Anche questo intervento dimostra come la riflessione, supportata da un'analisi approfondita e da solide conoscenze teoriche, consenta di mantenere una struttura esistente con semplici accorgimenti, ottenendo un impatto positivo e diretto sull'ambiente.

In conclusione, gli esempi descritti evidenziano, se ce ne fosse ancora bisogno, che la progettazione deve rimanere un processo di riflessione libero da soluzioni imposte dalla prassi corrente («normata») e fondato esclusivamente sull'analisi globale del problema, dove il bagaglio culturale non fornisce la soluzione, ma gli strumenti per concepirla. Con questo approccio, l'opera progettata e costruita non potrà che risultare una soluzione pertinente, efficiente e contemporanea.

ble when it best satisfies a new function, given the available stock. Even in the 6th century, Justinian's builders, though spoilt for choice in what they could dismantle, did not always find the ideal element; all the more so today, when reuse requires integrating material availability and sourcing limitations from the earliest design stages, as the shape of recovered components becomes a design parameter rather than a result.

In the refurbishment of the AET bridge at Piottino, it was clear from the outset that the goal was not lightness in the new slab replacing the timber deck at the end of its life; the existing structure had ample reserve strength. The design process therefore concentrated on developing



6

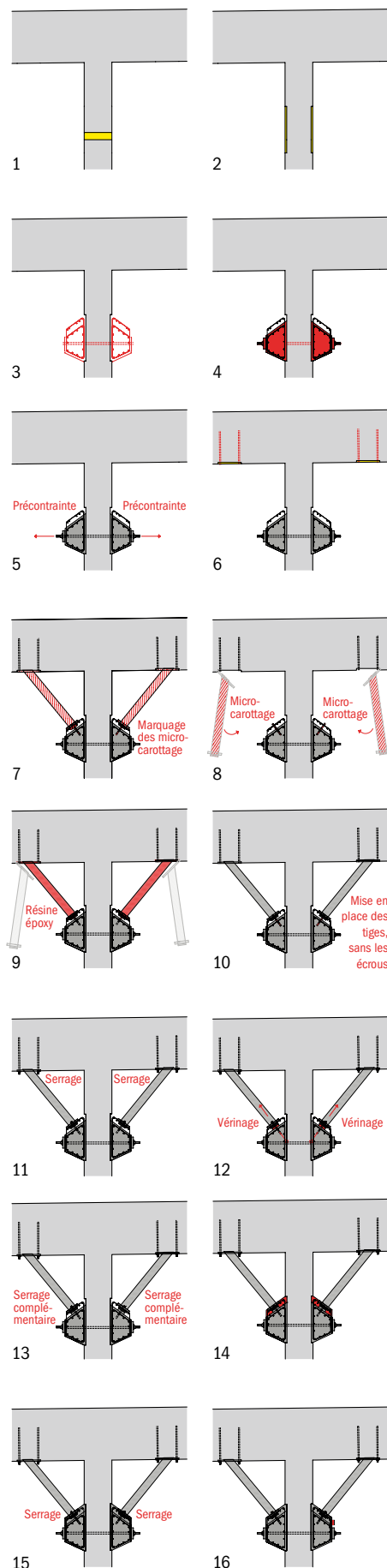
7

**6-7** Ingegneri Pedrazzini Guidotti, vista attuale, sezioni trasversali e longitudinale di dettaglio del ponte AET Piottino, Nivo-Lavorgo, 2023-2024

**8** Structurame, fasi di realizzazione del ponte ferroviario di Près-Bois, Vernier, 2023-2024

**6-7** Ingegneri Pedrazzini Guidotti, current view, detailed cross and longitudinal sections of the AET Piottino Bridge, Nivo-Lavorgo, 2023-2024

**8** Structurame, construction stages of the Près-Bois Railway Bridge, Vernier, 2023-2024



an intervention using massive elements, postponing formal definition until later. The concept involved removing the rail line and central timber platform and replacing it with reclaimed reinforced-concrete slabs. The cantilevers originally conceived as safety refuges lacked sufficient capacity, so they were removed from the public walkway and edged with simple metal mesh at the boundaries of the central slabs. The timber surface of the cantilevers was replaced with steel grates to ease maintenance of the underlying infrastructure. The precise shape of the reused slabs was defined only at the execution phase, once demolition works on the Via Tatti viaduct between Bellinzona and Monte Carasso identified the most suitable source of elements. This approach reduced environmental impact further by limiting transport and storage, as the slabs were moved directly from their extraction site to their new location. Realised with minimal economic and environmental cost, the intervention allowed the original structure to enter the fourth phase of its life. Built in 1929 as a railway bridge for power-plant maintenance, reinforced in 1952 with tie-rods to carry heavier rolling stock, and restricted from rail use in the early 1980s due to the construction of the motorway, it was later used exclusively by cars and now functions as a pedestrian and cycle bridge, with vehicle access limited to plant personnel (figg. 6–7).

The final example addresses the idea that interventions aimed at retaining structures with significant defects need not resemble therapeutic excess. To preserve the railway bridge at Près-Bois in Vernier (figg. 1, 8), Structurame's engineers designed steel struts placed atop the central pier to restore adequate shear safety to the deck. The distinctive aspect lies not merely in adding elements capable of carrying shear, but in reducing bending forces that would otherwise undermine the shear capacity of reinforced-concrete elements lacking transverse reinforcement. The struts transfer compression forces to the pier through a new reinforced-concrete saddle held in place by transverse prestressing. To maximise efficiency, the struts themselves were prestressed using flat jacks. This example likewise shows how thoughtful analysis, built upon solid theoretical knowledge, enables existing structures to be retained with simple yet effective measures, producing a direct and positive environmental outcome.

In conclusion, these examples confirm that design must remain a process of free inquiry, unbound by solutions dictated by convention or codified habit, and grounded exclusively in a global reading of the problem – where cultural background offers not the answer, but the instruments for formulating one. Through such an approach, the resulting work can stand as a pertinent, efficient, and genuinely contemporary solution.

#### Note | Notes

- 1 Muttoni, «Some Lessons Learned».
- 2 Gianella, «La nuova Biaschina».
- 3 Muttoni, «Un progetto tra antico e nuovo».

#### Bibliografia | References

- Gianella, Riccardo. «La nuova Biaschina». *Rivista Tecnica della Svizzera Italiana* 19 (1967).
- Muttoni, Aurelio. «Some Lessons Learned Designing Bridges (1987-2017)». In *Der entwerfende Ingenieur*. jovis, 2017.
- Muttoni, Aurelio, Livio Muttoni, Franco Lurati, Marco Tajana, & Michele Arnaboldi. «Un progetto tra antico e nuovo». *Archit* 1 (2012): 34–39.

Guillaume Habert, Shoshana Huber, Alia Bengana

## L'Atlante dei materiali rigenerativi

### Mappare una transizione credibile



#### Progettare in tempi di crisi

Architetti, ingegneri e professionisti delle costruzioni operano oggi sotto l'ombra di confini planetari che vengono costante-

mente oltrepassati uno dopo l'altro: cambiamenti climatici, perdita di biodiversità, erosione dei suoli, acidificazione degli oceani e progressivo esaurimento di risorse finite, ma essenziali. A questa catastrofe ecologica si affianca una crisi sociale: concentrazione di ricchezza e potere in poche mani, fragilità delle catene di approvvigionamento globali e crescente vulnerabilità delle comunità di fronte a interruzioni di natura climatica, economica o politica.<sup>1</sup>

In questo contesto, il settore delle costruzioni si trova in una posizione paradossale. Da un lato, è tra i maggiori responsabili delle emissioni di gas serra e dell'estrazione di materie prime. Dall'altro, sostiene la nostra vita quotidiana, offrendo rifugi per tutti e infrastrutture resilienti che mantengono in funzione le economie e le reti di comunicazione.

La domanda che ci troviamo davanti è cruciale: come può l'ambiente costruito smettere di essere estrattivo per diventare rigenerativo? Come possiamo progettare e costruire non solo con minor impatto, ma contribuendo positivamente agli ecosistemi e alle comunità in cui interveniamo? Questo ci porta oltre la semplice considerazione della sostenibilità, verso un pensiero rigenerativo che promuove sistemi in grado di massimizzare gli effetti positivi, piuttosto che limitarsi a ridurre quelli negativi.<sup>2</sup> Un approccio che infonde speranza, proponendo la rigenerazione come nuova visione della costruzione. In un contesto segnato da sconforto, fatalismo, negazione e un'ingenuità ottimistica eccessiva, scegliamo con decisione la speranza. Perché vediamo che un progetto di costruzione ben pianificato può davvero fare la differenza. Crediamo che interventi pensati possano trasformare e apportare cambiamenti positivi al mondo. Non si tratta semplicemente di erigere strutture; è un percorso di riparazione e cura. Scegliamo di coltivare la speranza perché sappiamo che edifici progettati con cura possono contribuire concretamente a rendere il nostro mondo migliore.

Gli edifici non dovrebbero essere progettati solo come riparo, ma come strumenti per migliorare la qualità della vita, favorendo la salute fisica e mentale, l'interazione sociale e il senso di appartenenza. Possono inoltre avere un ruolo fondamentale nel migliorare l'ambiente circostante: ridurre il consumo energetico, limitare la produzione di rifiuti e persino diventare habitat per flora e fauna locali. La pianificazione urbana attenta e la progettazione architettonica accurata sono essenziali per creare spazi in armonia con la natura, promuovendo biodiversità e servizi ecosistemici. Gli edifici hanno anche il potere di modellare e arricchire la vita culturale:

## The Atlas of Regenerative Materials

### Mapping a credible transition



#### Designing in a time of collapse

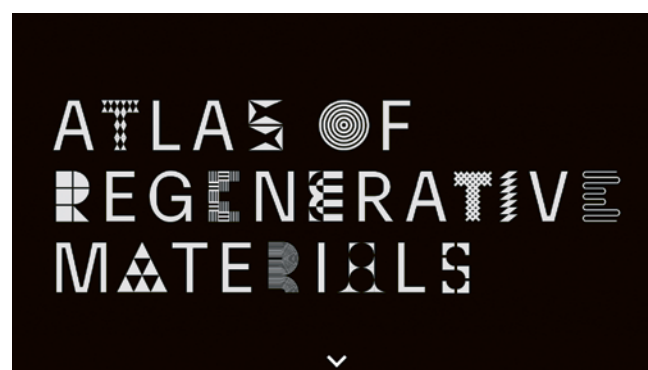
Architects, engineers and construction professionals work today under the shadow of planetary boundaries that

are being transgressed, one after another: Climate change, biodiversity loss, soil erosion, ocean acidification and the depletion of finite but critical resources. To this ecological collapse adds a social one: the concentration of wealth and power in a few hands, the fragility of global supply chains, and the growing vulnerability of communities to disruptions – whether climatic, economic, or political.<sup>1</sup>

In this context, the construction sector occupies a paradoxical position. On the one hand, it is among the largest contributors to greenhouse gas emissions and raw material extraction. On the other hand, it is the sector that sustains our daily lives, providing shelter for all and resilient infrastructure to communicate and sustain our economies.

The question before us is crucial: how can the built environment cease to be an extractor and become a regenerator? How can we design and build not only with less harm, but with a positive contribution to the ecosystems and societies in which we intervene? This pushes us beyond sustainable consideration towards regenerative thinking, which advocates for the design of systems that maximise positive outcomes rather than solely focusing on reducing negative impacts.<sup>2</sup> This approach instils hope by positioning regeneration as a new vision for construction. Amidst feelings of despair, fatalism, denial, and overly optimistic naivety, we firmly choose hope. Why? Because we see that well-planned construction can make a real difference. We believe that thoughtful building projects have the power to transform and bring positive change to our world. It's not just about putting up structures; it's a journey of repair and healing. We're committed to hope because we believe that well-built buildings can play a big role in making our World better.

Buildings should be designed not just for shelter but to enhance quality of life, encouraging physical and mental health, social interaction, and a sense of belonging. More-



sono più che mere strutture fisiche; rappresentano espressioni della creatività umana, dell'identità e dei valori condivisi.<sup>3</sup>

Se da un lato edifici sostenibili e circolari a emissioni zero rappresentano progressi significativi per ridurre il nostro impatto ambientale, dall'altro un «edificio rigenerativo» va oltre: contribuisce attivamente al miglioramento ambientale e sociale. Ripristina sistemi naturali, innesca dinamiche economiche positive, sostiene le imprese locali, tutela l'occupazione e connette le filiere all'interno di economie bioregionali.<sup>4</sup>

Una delle leve più concrete risiede nella scelta dei materiali. L'architettura è l'articolazione sapiente della materia nello spazio. Ogni parete, ogni solaio, ogni strato isolante incarna energia, lavoro e conseguenze ambientali. Modificare la base materiale della nostra disciplina è quindi uno degli strumenti più efficaci per ridurre impatti e generare nuova catena del valore positiva. I materiali rigenerativi provengono da fonti rinnovabili, abbondanti e spesso bioregionali – paglia, canapa, altre fibre agricole, terra e pietra – sostenendo economie locali e comunità di pratica. Possono catturare e immagazzinare carbonio, migliorare i cicli del suolo, supportare la biodiversità e trasmettere saperi artigianali e narrazioni culturali che radicano gli edifici nei loro territori. Per promuovere questi valori e contro ogni probabilità, con un ottimismo disperato, è nato l'*Atlante dei materiali rigenerativi* (fig. 1).

## La genesi

La piattaforma <https://atlas-regenmat.ch> nasce da un'osservazione condivisa: in Svizzera esiste un ecosistema straordinario di attori che sperimentano materiali a impatto positivo sull'ambiente e sulle comunità, ma le loro conoscenze e realizzazioni restano frammentate. Architetti, ingegneri e appaltatori all'avanguardia possono realizzare progetti esemplari in terra battuta o con isolamento in paglia, cave locali possono fornire pietra di qualità e professionisti impegnati nel riuso promuovere il recupero di materiali da costruzione; tuttavia questi sforzi rimangono spesso isolati, dispersi sul territorio, difficilmente accessibili a professionisti in cerca di ispirazione o riferimenti, e soprattutto invisibili a committenti, proprietari immobiliari e decisori finali.

L'Atlante è stato concepito per tessere insieme queste iniziative sparse, creando una piattaforma coerente, accessibile e in evoluzione. Ideato dalla Cattedra di Costruzioni Sostenibili dell'ETHZ, in collaborazione con una rete di partner, si basa su anni di ricerca sui flussi di materiali bioregionali, analisi del ciclo di vita e pratiche di costruzione rigenerative. Lanciato come strumento digitale *open-access*, supporta architetti, ingegneri, urbanisti e decisori nell'individuazione di attori, tecniche e risorse pertinenti ai loro progetti.

over, buildings can play a vital role in improving the surrounding environment. They can reduce energy consumption, minimise waste generation, and even serve as habitats for native flora and fauna. Thoughtful urban planning and architectural design are key in creating spaces that harmoniously coexist with nature, nurturing biodiversity and supporting ecosystem services. Additionally, buildings have the power to shape and enrich cultural life. They are more than physical structures; they are expressions of human creativity, identity and values.<sup>3</sup>

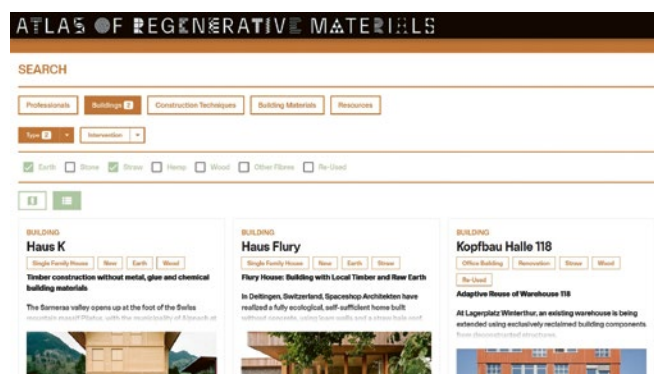
While sustainable and net-zero circular buildings are important advancements towards reducing our impact on the environment, a regenerative building goes a step further by actively contributing to environmental and societal improvement. It restores natural systems and triggers positive economic dynamics, supports local businesses, secures jobs, and interconnects supply chains within bioregional economies.<sup>4</sup>

One of the most tangible answers lies in the choice of materials. Architecture is the crafted articulation of matter into space. Each wall, each floor, each insulation layer embodies energy, labour, and environmental consequences. Shifting the material base of our discipline is therefore one of the most effective levers to reduce impact and to design new positive value chain. Regenerative materials are those that draw from renewable, abundant, and often bioregional sources – such as straw, hemp, and other agricultural fibres as well as earth and stone – while fostering local economies and communities of practice. They can capture and store carbon, improve soil cycles, and support biodiversity. They also carry cultural narratives and artisanal know-how that anchor buildings in their territories. To foster these values and against Odds, in a desperate optimism, the *Atlas of Regenerative Materials* was born (fig. 1).

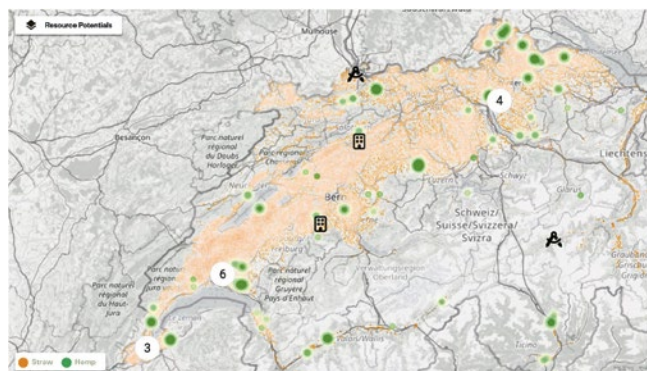
## The Genesis

The platform <https://atlas-regenmat.ch> emerged from a shared observation: while Switzerland hosts a remarkable ecosystem of actors experimenting with regenerative resources, their knowledge and achievements remain fragmented. Pioneering architects, engineers, and contractors may build exemplary projects with rammed earth or straw-bale insulation, local quarries may provide high-quality stone, and innovators may push forward the reuse of construction waste – their efforts often remain isolated, dispersed across regions, and difficult to access for professionals seeking inspiration or references and most importantly invisible to clients, real estate owners and those who decide ultimately what to build.

1 Screenshot dell'Atlas of Regenerative Materials. Le funzioni di ricerca consentono di filtrare professionisti, edifici, tecniche costruttive, materiali o risorse, e di visualizzare i risultati sia in forma di elenco sia geolocalizzati su una mappa. Progettazione grafica del sito curata da UndoRedo



1 Screenshot of the Atlas of regenerative materials. From the search possibilities, it is possible to filter professionals, buildings, construction technique, building materials or resources and see these results either as a list or located in a map. Web graphic design is done by UndoRedo



Il sostegno iniziale della Fondazione Ricola e di «MATILDA La Matériauthèque», che condividevano la visione dei materiali rigenerativi, è stato determinante. Il successivo progetto di ricerca finanziato dall'ETHZ tramite il bando Open Research Data (ORD) ha consentito di costruire l'infrastruttura digitale collaborativa che ne sostiene la comunità in continua evoluzione. L'obiettivo non era semplicemente raccogliere dati, ma creare una cartografia viva dell'ecosistema della costruzione rigenerativa in Svizzera – una mappa che cresce con i contributi dei professionisti, colmando il divario tra conoscenza e pratica, ricerca e artigianato, politica e implementazione. L'Atlante alimenta anche il sogno di estendersi oltre i confini nazionali, coinvolgendo paesi vicini per promuovere una comunità più ampia, basata sulla convinzione che le bioregioni siano più forti dei confini.

### Cosa offre

Al centro dell progetto ci sono diverse dimensioni interconnesse: progetti, attori, materiali, tecniche e risorse.

#### Edifici

L'Atlante documenta edifici in tutta la Svizzera che incarnano principi rigenerativi. Non si tratta di visioni speculative, ma di esempi concreti e realizzati, conformi alle normative e alle condizioni di mercato attuali. Dai progetti residenziali con isolamento in balle di paglia (fig. 2) agli edifici pubblici in terra battuta (fig. 4), dagli alloggi sociali in pietra (fig. 3) ai retrofit con legno recuperato, ogni intervento costituisce un caso studio. Le descrizioni dettagliate evidenziano tecniche costruttive, strategie di approvvigionamento, sfide affrontate e risultati prestazionali. Video dei protagonisti e link esterni completano la pagina, permettendo un approfondimento. Per i professionisti, questi riferimenti offrono non solo ispirazione, ma la certezza che il design rigenerativo non è più marginale, ma si realizza a diverse scale.

#### Persone

La costruzione è un'impresa collettiva e l'Atlante mette in luce i pionieri della svolta rigenerativa: architetti che sperimentano soluzioni *low-tech*, ingegneri che sviluppano applicazioni strutturali di materiali *bio-based*, appaltatori che padroneggiano mestieri tradizionali e produttori che ampliano filiere locali. Ogni profilo include contatti, competenze e collegamenti ai progetti, creando un effetto rete. Per studi giovani in cerca di collaboratori, comuni alla ricerca di esperti o studenti alla ricerca di mentori, la piattaforma rappresenta una porta d'accesso a una rete di professionisti. Non esiste una soglia minima di competenza per farne parte, ma una chiara comprensione dei valori condivisi.

#### Tecniche costruttive e norme

Dal concetto alla realizzazione serve spesso conoscenza precisa di tecniche e normative. L'Atlante include descrizioni di tecniche costruttive adattate ai materiali rigenerativi, come intonaci in terra, murature in pietra o sistemi isolanti *bio-based*. Fornisce anche riferimenti alle normative più recenti, aiutando professionisti a orientarsi nel quadro normativo. Questo è cruciale per ingegneri e architetti che devono giustificare le scelte a committenti, assicuratori o autorità. Raccogliendo le conoscenze tecniche disponibili, si riduce l'incertezza e si favorisce la fiducia nelle soluzioni rigenerative. Si tratta di un lavoro continuo, che dipende dalla motivazione degli esperti a condividere il proprio sapere.

#### Risorse e territori

Infine, si offre una panoramica delle risorse disponibili in Svizzera, collegando le scelte materiali al loro contesto

The Atlas was created to weave these scattered initiatives into a coherent, accessible, and evolving platform. Conceived by the Chair of Sustainable Construction at ETHZ, together with a wide network of partners, the Atlas builds on years of research into bioregional material flows, life-cycle analysis, and regenerative construction practices. It was launched as an open-access digital tool with the explicit goal of supporting architects, engineers, planners, and decision-makers in identifying actors, techniques, and resources relevant to their projects.

The initial support of the Ricola foundation and «MATILDA La Matériauthèque», who shared the vision of regenerative materials have been crucial. The subsequent research project funded by ETH Zurich through the Open Research Data (ORD) call enabled the development of the collaborative digital infrastructure supporting the continuously evolving Atlas community. Indeed, the ambition was never simply to compile data, but to create a living cartography of the regenerative construction ecosystem in Switzerland – a map that grows with the contributions of practitioners themselves, bridging the distance between knowledge and practice, research and craft, policy and implementation. This atlas also feeds the bold dream of extending beyond national borders, reaching into neighbouring countries to foster a broader community built on the belief that bioregions are stronger than frontiers.

### What Offers

At its core, the project is structured around several interlinked dimensions: projects, actors, materials, techniques, and resources.

#### Buildings

The Atlas documents buildings across Switzerland that showcase regenerative principles. These are not speculative visions but real, built examples that demonstrate feasibility under current codes and market conditions. From residential projects insulated with straw bales (fig. 2) to public buildings in rammed earth (fig. 4), from stone social housing project (fig. 3) to retrofits using reclaimed wood, each project serves as a case study. Detailed descriptions highlight constructive techniques, sourcing strategies, challenges encountered, and performance outcomes. Video of the actors involved can complement the webpage as well as external links to further dive into details. For professionals, these references offer not only inspiration but also reassurance that regenerative design is no longer marginal – it is being realized at multiple scales.

#### People

Construction is a collective endeavor, and the Atlas shines a light on the pioneers driving the regenerative turn: architects experimenting with low-tech solutions, engineers developing structural applications of bio-based composites, contractors mastering traditional crafts, and producers scaling up supply chains for local resources. Each profile includes contact information, expertise, and links to projects, creating a network effect. For young offices seeking collaborators, for municipalities looking for experts, or for students seeking mentors, the platform provides a gateway into a community of practice. There is no threshold of a level of expertise to join, but there is clear understanding of the values we share.

#### Constructive Techniques and Norms

Moving from concept to execution often requires precise knowledge of techniques and regulatory frameworks.



2 Atelier Schmidt, edificio residenziale a 3 piani con struttura portante in balle di paglia a Nänikon. Foto Beat Brechbühl

2 Atelier Schmidt, 3 storey high load bearing strawbale residential house unit in Nänikon. Photo Beat Brechbühl

2

ecologico e territoriale. Mappe e descrizioni indicano dove paglia, canapa, terra e pietra sono più abbondanti, così come dove i materiali da demolizione possono essere recuperati. Questo approccio territoriale incoraggia i professionisti a considerare il «bioregionalismo» nella fase di progettazione: costruire con ciò che è disponibile localmente riduce trasporti, stimola le economie regionali e rafforza le identità culturali. Le specificità locali sono mostrate come spunti di curiosità e innovazione: ad esempio, la lana di pecora (solitamente scartata) è mappata, così come le ultime localizzazioni di piante invasive. Le mappe sono collegate ai registri federali per aggiornamenti annuali (fig. 1).

### Perché i materiali rigenerativi contano

La promessa dei materiali rigenerativi va ben oltre le loro prestazioni tecniche. La loro adozione ha implicazioni sistemiche per ambiente e società.

Stoccaggio del carbonio. Molti materiali rigenerativi – paglia, canapa, legno – sono biogenici: catturano CO<sub>2</sub> durante la crescita. Una volta impiegati negli edifici, agiscono come serbatoi di carbonio a lungo termine, trasformando l'ambiente costruito in un deposito vivo di CO<sub>2</sub>. Recenti ricerche<sup>5</sup> mostrano che, se gestiti responsabilmente – ossia ogni demolizione è bilanciata da nuova costruzione con quantità equivalente di materiale *bio-based* – il patrimonio edilizio può servire come serbatoio stabile di carbonio per migliaia di anni. Inoltre, il passaggio da costruzioni a base minerale a *bio-based* potrebbe garantire fino a metà delle emissioni negative necessarie alla Svizzera entro il 2050. Poche altre soluzioni sono scalabili così rapidamente e a costi contenuti.

Economie locali. Filiera corta significa occupazione locale, promozione di competenze artigianali e mantenimento del valore economico nel territorio, invece di esportarlo o concentrare ricchezza in poche mani. Studi precedenti hanno dimostrato che, nel passaggio dal cemento alla pietra, il beneficio principale non è tanto nella riduzione di carbonio, quanto nel fatto che il denaro speso va principalmente ai salari dei lavoratori e meno ai costi energetici per la produzione di cemento.<sup>6</sup>

Continuità culturale. Terra, pietra e legno sono profondamente radicati nella tradizione edilizia svizzera. La loro va-

The Atlas includes descriptions of constructive techniques adapted to regenerative materials, such as earth plasters, stone masonry, or bio-based insulation assemblies. It also provides references to the latest norms and guidelines, helping professionals to navigate the regulatory landscape. This is crucial for engineers and architects who must justify their choices to clients, insurers, or authorities. By gathering the available technical knowledge, it reduces uncertainty and fosters confidence in regenerative solutions. This work is an ongoing effort and depends on the motivation of experts to contribute and share their knowledge.

### Resources and Territories

Finally, the Atlas offers an overview of available resources in Switzerland, connecting material choices to their ecological and territorial basis. Maps and descriptions indicate where straw, hemp, earth, and stone are most abundant, as well as where reuse materials can be recovered from demolition flows. This territorial approach encourages professionals to consider bioregionalism in design: building with what is available locally, thereby reducing transport impacts, stimulating regional economies, and reinforcing cultural identities. Local specificities are shown as eye opener which might trigger curiosity and innovation. For instance, sheep wool (usually discarded) is mapped as well as latest location of invasive plants. Maps are linked with federal register so that they can be updated yearly (fig. 1).

### Why Regenerative Materials Matter

The promise of regenerative materials goes far beyond their technical performance. Their adoption has systemic implications for both the environment and society.

Carbon storage. Many regenerative materials – straw, hemp, timber – are biogenic: they capture CO<sub>2</sub> as they grow. Once used in buildings, they act as long-term carbon stores, transforming the built environment into a living carbon sink. Our recent research<sup>5</sup> shows that if managed responsibly – where each demolition is matched by new construction using at least as much biobased material as before – the building stock can serve as a stable carbon reservoir for thousands of years. Furthermore, transitioning from miner-



3

lorizzazione rafforza il patrimonio culturale pur adattandolo alle esigenze contemporanee. Il recente programma nazionale di ricerca NFP81 sulla *Baukultur* ha selezionato uno dei 13 progetti sul nuovo vernacolare e la valutazione dei benefici socio-economici dell'uso di materiali rigenerativi.<sup>7</sup>

Per architetti e ingegneri, lavorare con questi materiali è quindi più di una scelta tecnica: implica ripensare progettazione, collaborazione e valore, ponendo la costruzione al centro della rigenerazione ecologica e culturale.

### Prospettive: un'impresa collettiva

L'*Atlante dei materiali rigenerativi* non è un prodotto finito. È concepito come un bene comune in evoluzione, che si arricchisce man mano che i professionisti contribuiscono con conoscenze ed esperienze. La forza della costruzione rigenerativa risiede proprio nell'intelligenza collettiva: nella moltitudine di attori che, da prospettive diverse, spingono i limiti e aprono nuove strade. Contribuire alla sua crescita può essere fatto in vari modi: documentando un progetto, condividendo contatti di produttori, chiarendo dettagli costruttivi o proponendo aggiornamenti normativi. Allargando la rete, si ampliano anche le possibilità del design rigenerativo in Svizzera e oltre.

La trasformazione del settore delle costruzioni non può essere realizzata da un singolo studio, istituzione o regione. Richiede la convergenza di molti sforzi: architetti che propongono soluzioni non convenzionali, ingegneri che sperimentano nuove logiche strutturali, produttori che sviluppano filiere rigenerative, decisori che adattano codici e regolamenti, educatori che formano la prossima generazione di professionisti. Man mano che la piattaforma si espande, ambisce a essere specchio e bussola: riflettendo la vitalità dell'ecosistema rigenerativo svizzero e guidando i professionisti verso pratiche più resilienti, ecologiche e giuste.

3 Atelier Archiplein & Perraudin Architectes, edifici residenziali in pietra massiccia, Plan-les-Ouates, 2021. Particolare dell'immagine originale. Foto Leo Fabrizio-Archiplein

4 Joud Beaudoin Architectes (JBA), Maison de quartier des Plaines-du-Loup, Losanna, 2025. Foto Joud Beaudoin Architectes

3 Atelier Archiplein & Perraudin Architectes, solid stone residential buildings, Plan-les-Ouates, 2021. Detail from the original image. Photo Leo Fabrizio-Archiplein

4 Joud Beaudoin Architectes (JBA), Plaines-du-Loup Community Centre, Lausanne, 2025. Photo Joud Beaudoin Architectes

al-based to biobased construction could deliver up to half of the negative emissions Switzerland needs by 2050. Few other solutions can be scaled as quickly and as affordably.

Local economies: Short supply chains create local employment, foster artisanal skills, and keep economic value within territories rather than exporting it through globalized supply chains or concentrating it in the hands of a few shareholders. Previous studies have shown how the interests of shifting from concrete to stone might not be mainly for carbon argument than to the fact that the money spend goes mainly to salary of workers and less to energy costs for cement production.<sup>6</sup>

Cultural continuity: Earth, stone, and timber are deeply embedded in Swiss building traditions. Their revalorization strengthens cultural heritage while adapting it to contemporary needs. The recent National research program, NFP81 on *Baukultur* has selected one of the 13 projects about the new vernacular and the assessment of socio-economic benefits of using regenerative materials.<sup>7</sup>

For architects and engineers, engaging with these materials is therefore more than a technical choice. It invites a broader rethinking of design, collaboration, and value – placing construction at the heart of ecological and cultural regeneration.

### Perspectives: A Collective Endeavour

The Atlas of Regenerative Materials is not a finished product. It is conceived as an evolving commons, a platform that grows richer as more practitioners contribute their knowledge and experiences. The strength of regenerative construction lies precisely in its collective intelligence – in the multitude of actors who, from different perspectives, push boundaries and open new paths. Contributing to its development can take many forms: documenting a project, sharing contacts of producers, clarifying constructive details, or proposing updates on norms. By widening the network, we also widen the horizons of possibility for regenerative design in Switzerland and beyond.

The transformation of the construction sector is not something that any single office, institution, or region can achieve alone. It requires the convergence of many efforts – architects daring to propose unconventional solutions, engineers testing new structural logics, producers scaling up regenerative supply chains, policymakers adapting codes, and educators training the next generation of professionals.

### Note | Notes

1 Chancel, *Unsustainable inequalities*, 151.

2 Ichioka, *Flourish. Design paradigms*, 155.

3 Hes, *Designing for Hope*, 252.

4 Cole, «Transition to a regenerative future».

5 Priore, «Potential for biogenic carbon storage».

6 Ioannidou, «Where does the money go?».

7 NFP 81.



4

### Verso un futuro rigenerativo

Siamo in un momento critico nella storia del nostro ambiente costruito. I materiali che scegliamo oggi modellano non solo le strutture in cui viviamo, ma anche il futuro del pianeta e la coesione delle nostre società. Siamo convinti che materiali *bio-based* rinnovabili – come legno e fibre agricole – e materiali *geo-based* minimamente lavorati come terra e pietra, così come quelli derivati dal riuso, debbano recuperare un ruolo centrale nella cultura edilizia. I materiali rigenerativi non sono una panacea, ma rappresentano alcuni tra gli strumenti più concreti e immediati per orientare la costruzione verso un ruolo positivo nel metabolismo del pianeta.

Come scrive Marilyn Ferguson in *La cospirazione dell'Acquario*: «Prima di scegliere strumenti e tecnologie, dobbiamo scegliere i nostri sogni e valori, perché alcune tecnologie li servono, mentre altre li rendono più inaccessibili». L'Atlante incarna questa visione, ma il suo potere dipende dalla nostra volontà collettiva di usarlo, arricchirlo e tradurlo in realtà costruita.

As the platform continues to expand, it aims to serve as both mirror and compass: reflecting the vitality of the regenerative ecosystem in Switzerland, and guiding professionals toward more resilient, ecological, and just practices.

### Toward a Regenerative Future

We stand at a critical moment in the history of our built environment. The materials we choose today shape not only the structures we inhabit but also the future of our planet and the cohesion of our societies. We are convinced that renewable bio-based materials – such as wood and fibers from agriculture – minimally processed geo-based materials like earth and stone, as well as those derived from reuse, must reclaim their essential role in our building culture. Regenerative materials are not a panacea, but they are among the most concrete and immediate tools we have to reorient construction toward a positive role in the planet's metabolism.

As Marilyn Ferguson wrote in *The Aquarian Conspiracy*: «Before we choose our tools and technology, we must choose our dreams and values, for some technologies serve them, while others make them more unobtainable». The Atlas embodies this vision, but its power depends on our collective will to use it, enrich it, and translate it into a built reality.

### Bibliografia | References

- Chancel, Lucas. *Unsustainable inequalities. Social justice and the environment*. Harvard University Press, 2020.
- Cole, Raymond J. «Transition to a regenerative future: a question of time». *Buildings and Cities* (2023) <https://doi.org/10.5334/bc.333>
- Hes, Dominique, & Chrisna Du Plessis. *Designing for Hope. Pathways to Regenerative Sustainability*. Routledge, 2014.
- Ichioka Sarah, & Michael Pawlyn. *Flourish*.

*Design paradigms for planetary emergency*. Triarchy Press, 2022.

- Ioannidou, Dimitra, Stefano Zerbi, Borja García de Soto, & Guillaume Habert «Where does the money go? Economic flow analysis of construction projects». *Building Research and Information* (2017) <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2017.1294419>
- Priore, Yasmine Dominique, Lucile Schulthess, Sarah Delmenico, Lionel Rinquet, Guillaume

Habert, & Thomas Jusselme. «Potential for biogenic carbon storage towards a net-zero built environment in Switzerland». *Sustainable Production and consumption* (2025) <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.08.019>

### Sitografia | Online References

- «NFP 81», Swiss National Science Foundation, Bern 2025 <https://www.nfp81.ch/en>

Camilla Sofia Morelli

# Nuar, versioni possibili del sostenibile



Lo studio di architettura Nuar ha sede a Zurigo, fondato nel 2024 da Adrian Kiesel, Guido Brandi, Stefan Hausherr, Marco Guerra e Iso Tambornino. Riunisce cinque architetti provenienti da percorsi formativi diversi, che spaziano tra la ZHAW di Winterthur, l'Accademia di architettura di Mendrisio e altre esperienze accademiche in Svizzera e all'estero. Li caratterizza un approccio sperimentale e interdisciplinare, insieme a un'attenzione particolare ai temi del riuso e della circolarità. Parallelamente i membri di Nuar sono attivi nella didattica e nella ricerca universitaria. Nel 2025 lo studio è stato nominato per la *Wilde Karte* di *Hochparterre*, che segnala i giovani studi emergenti più promettenti del panorama svizzero.

## Sul significato di «sostenibilità»

Ci sono parole che si espandono fino a perdere forma. «Sostenibilità» è una di queste: una parola sovraccarica di significati e, proprio per questo oggi risulta difficile da definire. Nel suo etimo, *sustinēre* («tenere su», «reggere»; cfr. Treccani, voce «sostenere»), c'è un gesto concreto, un'idea di equilibrio e di durata. Ma nel linguaggio contemporaneo la parola ha cambiato densità: è diventata spesso un marchio, uno slogan, una promessa più che una pratica reale; eppure continua a custodire, al suo interno, la possibilità di un senso più profondo. Parlare di sostenibilità significa allora accettare che non esista un'unica definizione, ma un campo

# Nuar, Possible Versions of Sustainability



The architectural firm Nuar is based in Zurich, founded in 2024 by Adrian Kiesel, Guido Brandi, Stefan Hausherr, Marco Guerra, and Iso Tambornino. It brings together five architects from diverse educational backgrounds, spanning the ZHAW in Winterthur, the Accademia di Architettura di Mendrisio, and other academic experiences both within Switzerland and abroad. The firm is characterized by an experimental and interdisciplinary approach, coupled with a particular focus on reuse and circularity. Their practice is complemented by active engagement in university teaching and research. In 2025, the studio's early promise was formally recognized by a nomination for *Hochparterre's Wilde Karte*, marking Nuar as one of the most compelling emerging young practices in Switzerland.

## On the meaning of «sustainability»

Some words expand until they lose shape. «Sustainability» is one such word: overloaded with meaning, it has become difficult to define today. In its etymology, *sustinēre* («to hold up», «to support»; cf. Treccani, entry «sostenere»), there is a concrete gesture, an idea of balance and endurance. Yet, in contemporary usage, the word has shifted in density: it often becomes a brand, a slogan, a promise rather than a lived practice. And yet, within it, there remains the potential for a deeper sense. For Nuar, addressing sustainability means accepting that there is no single definition, but rather a field

Nuar: Guido Brandi, arch. MSc USI AAM, ETH MAS MTEC; Marco Guerra, arch. MSc USI AAM; Stefan Hausherr, arch. MA. ZFH; Adrian Kiesel, arch. MA. ZFH; Iso Tambornino arch. MA. ZFH



Il video dell'intervista è disponibile su [spazium.ch](https://spazium.ch), tramite codice QR  
The video interview is available on [spazium.ch](https://spazium.ch) via QR code



di forze: materiali e manutenzione, riuso e logistica, densità urbana e suolo, costi e cicli di vita, identità dei luoghi e delle comunità. Non è un attributo che si può aggiungere alla fine, ma un modo di progettare che decide cosa può cambiare e cosa deve restare.

Durante l'incontro con i componenti di Nuar, è stato naturale chiedersi che cosa voglia dire davvero «sostenibilità» oggi. Un interrogativo che non ha trovato risposta immediata, ma che si è fatto visibile nel modo in cui lo studio lavora e pensa l'architettura.

### Grammatica del progetto

La conversazione con Nuar comincia da un libro appoggiato su una scrivania del loro studio. È *Mein Name sei Gantenbein*, di Max Frisch, romanzo che torna spesso nelle loro discussioni e che, nel caso della scuola professionale di Bülach, un importante concorso che hanno vinto nel 2025, è stato utilizzato quasi come riferimento progettuale. In quella storia di identità inventate e versioni parallele di sé, c'è qualcosa che risuona profondamente nel modo in cui lavora lo studio. Frisch scrive di un uomo che immagina diverse vite, che non sceglie una sola verità ma continua a provarne molte finché una inizia a funzionare.

Quando parlano dell'intervento a Bülach, raccontano che quel libro era servito a dare forma a un'idea di processo. Anche Nuar affronta il progetto come una serie di «varianti di realtà», in cui ogni edificio non solo propone una possibile risposta ma, come spiegano, trasforma le domande del nostro tempo (la densificazione urbana, il costo dell'abitare e dell'energia, la scarsità di risorse) in architettura, affinando via via l'interrogativo iniziale.

Il concorso chiedeva di ampliare la scuola professionale mantenendo l'edificio esistente, progettato negli anni Settanta da Claude Paillard e Peter Leemann, uno dei pochi esempi di architettura *high-tech* del Cantone Zurigo. Con struttura metallica e impianti a vista, è oggi tutelato come bene di interesse sovracomunale. Il bando, promosso dalla Direzione dei lavori pubblici del Cantone Zurigo per conto dell'Ufficio immobili e della Direzione dell'istruzione, domandava un intervento capace di dialogare con quell'eredità, conservando la qualità urbana e spaziale dell'insieme, ma orientandolo al futuro attraverso materiali durevoli e riciclabili, prefabbricazione, riduzione dei costi e dei tempi di costruzione, minimizzazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e integrazione di sistemi fotovoltaici.

I fondatori di Nuar raccontano di aver deciso di partecipare non appena letto il bando: avevano riconosciuto un terreno adatto alle proprie competenze e sensibilità. Le scuole, spiegano, offrono un contesto ideale per sperimentare: la chiarezza dei programmi, la dimensione delle aule e la necessità di spazi collettivi permettono di approfondire il rapporto tra struttura e costruzione, in modo diverso rispetto all'abitare.

Il progetto vincitore, dal motto *Eine runde Sache* (si potrebbe tradurre con: «a tutto tondo»), riassume questa attitudine: costruire un organismo compatto ed efficiente, in cui ogni parte contribuisce all'equilibrio dell'insieme. Il nuovo volume si innesta a est dell'edificio esistente, trasformando l'orizzontalità del complesso in una verticalità più densa e misurata. Questo gesto libera suolo e ridefinisce il rapporto

of forces: materials and maintenance, reuse and logistics, urban density and land, costs and life cycles, the identity of places and communities. It is not an attribute to be appended at the end; it is a way of designing that determines what can change and what must endure.

During our encounter, it was natural to ask what «sustainability» truly means today. This question did not yield an immediate answer but became evident in the way the studio works and conceives architecture.

### The grammar of the project

The conversation with Nuar begins with a book resting on a desk in their studio: *Mein Name sei Gantenbein* by Max Frisch, a novel that often surfaces in their discussions and, in the case of the Bülach vocational school – a major competition they won in 2025 – served almost as a design reference. In that story of invented identities and parallel versions of the self, there is something that resonates profoundly with the studio's working method. Frisch writes of a man imagining multiple lives, who does not choose a single truth but continues to test many until one begins to function.

When discussing the Bülach intervention, they explained that the book helped shape their understanding of process. Nuar approaches projects as a series of «reality variants», in which each building not only proposes a possible response but, as they explain, transforms contemporary questions – urban densification, the cost of housing and energy, resource scarcity – into architecture, gradually refining the initial inquiry.

The competition called for the expansion of the school while preserving the existing building, designed in the 1970s by Claude Paillard and Peter Leemann, one of the few examples of high-tech architecture in the Canton of Zurich. With a metal frame and exposed systems, it is now protected as a building of supra-municipal interest. The brief, promoted by the Canton of Zurich's Public Works Department on behalf of the Real Estate Office and the Education Directorate, demanded an intervention capable of engaging with this legacy, preserving the urban and spatial quality of the ensemble, while orienting it toward the future through durable and recyclable materials, prefabrication, cost and construction time reduction, CO<sub>2</sub> emissions minimization, and the integration of photovoltaic systems.

The founders of Nuar recount that they decided to participate as soon as they read the brief: they recognized a site suitable for their skills and sensibilities. Schools, they explain, offer an ideal context for experimentation: the clarity of programs, the scale of classrooms, and the necessity of collective spaces allow for a deeper exploration of the relationship between structure and construction, in a way that differs from residential design.

The winning project, under the motto *Eine runde Sache* (roughly translated «Well-Rounded»), encapsulates this approach: constructing a compact and efficient organism in which every part contributes to the balance of the whole. The new volume is inserted to the east of the existing building, transforming the horizontal spread of the complex into a denser and measured verticality. This gesture frees land and redefines the relationship with the site's morphology. They were aware this was a risky choice, as a taller building could initially appear at odds with the horizontal character of the existing structure, yet this long-discussed decision was ultimately welcomed by the jury. They recount that, to understand the logic of Paillard and Leemann's building, they spent extensive time redrawing it in 3D, piece by piece – not to mimic it, but to discern its internal coherence. From

1 Camilla Sofia Morelli, Guido Brandi, Stefan Hausherr, Adrian Kiesel, Marco Guerra nello studio di Nuar durante l'intervista, 15 settembre 2025

1 Camilla Sofia Morelli, Guido Brandi, Stefan Hausherr, Adrian Kiesel, Marco Guerra in Nuar office during the interview, 15<sup>th</sup> September 2025

con la morfologia del sito. Erano consapevoli che si trattasse di una scelta rischiosa, perché un edificio più alto avrebbe potuto apparire, a prima vista, distante dal carattere orizzontale dell'esistente, ma proprio questa decisione, a lungo discussa, è stata poi accolta con favore dalla giuria. Raccontano che, per comprendere la logica dell'edificio di Paillard e Leemann, hanno trascorso molto tempo a ridisegnarlo in 3D, pezzo per pezzo, non per inseguirne la *mimesis*, ma per capire dove risiedesse la sua coerenza interna. Da lì è nato l'intento di utilizzare elementi metallici recuperati, tubi per condotte industriali e rotaie dismesse, trasformandoli in struttura e facciata: così oltre alla volontà del riuso, trovano un modo per restituire carattere ai materiali e valorizzarne la memoria storica. È una scelta che si lega tanto alla questione ecologica, quanto a quella identitaria: il metallo, con le sue tracce e la sua patina, diventa infatti un potente linguaggio narrativo.

La decisione è scaturita durante la visita alla scuola, quando il suo attuale direttore, ex studente dello stesso istituto, ricordava l'odore del gas di saldatura e del metallo fuso di quei luoghi: una memoria fisica e olfattiva che Nuar ha voluto conservare. Durante la conversazione, emerge come questo atteggiamento sia una costante del loro metodo. Nuar tende a costruire una coerente narrativa intorno al progetto: una storia che tiene insieme il piano tecnico e quello umano, la materia e il contesto.

Tuttavia non è detto che questo processo funzioni sempre, o che conduca ai risultati sperati. Come raccontano, progettare significa muoversi dentro un sistema complesso, dove ogni decisione è una mediazione tra le richieste del committente, le norme, le giurie, la disponibilità dei materiali, il tempo. Anche quando nei bandi si parla esplicitamente di sostenibilità, non sempre le soluzioni più coerenti vengono comprese o accettate; altre volte, invece, perseguirla davvero comporta rischi progettuali o scelte difficili da accettare. È in questo margine di incertezza tra ciò che si vorrebbe e ciò che è possibile, che lo studio riconosce la parte più viva e al contempo fragile del proprio lavoro.

this understanding arose the intent to use reclaimed metal elements, industrial conduit pipes, and decommissioned rails, transforming them into structure and façade: thus, alongside the desire for reuse, they found a way to restore character to the materials and honour their historical memory. This choice is linked both to ecological concerns and identity: the metal, with its traces and patina, becomes a narrative language.

The decision crystallized during a visit to the school, when the director, a former student of the same institution, recalled the smell of welding gas and molten metal in those spaces – a physical and olfactory memory that Nuar sought to preserve. In conversation, it emerges that this attitude is a constant in their method. The studio tends to build a narrative around each project: a story that intertwines the technical and human dimensions, matter and context.

However, this process does not always work, nor does it always lead to the desired outcomes. As they recount, designing means navigating a complex system, where every decision is a mediation between client demands, regulations, juries, material availability, and time. Even when briefs explicitly mention sustainability, the most coherent solutions are not always understood or accepted; at other times, pursuing it fully entails design risks or difficult-to-accept choices. It is in this margin of uncertainty – between what one desires and what is possible – that the studio recognizes the most vibrant and simultaneously fragile part of its work.

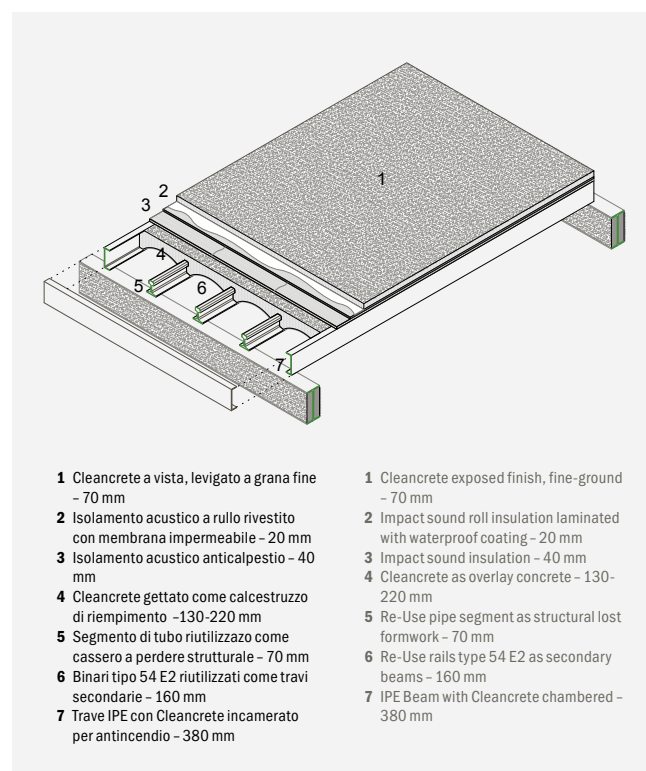
### The origin of an identity

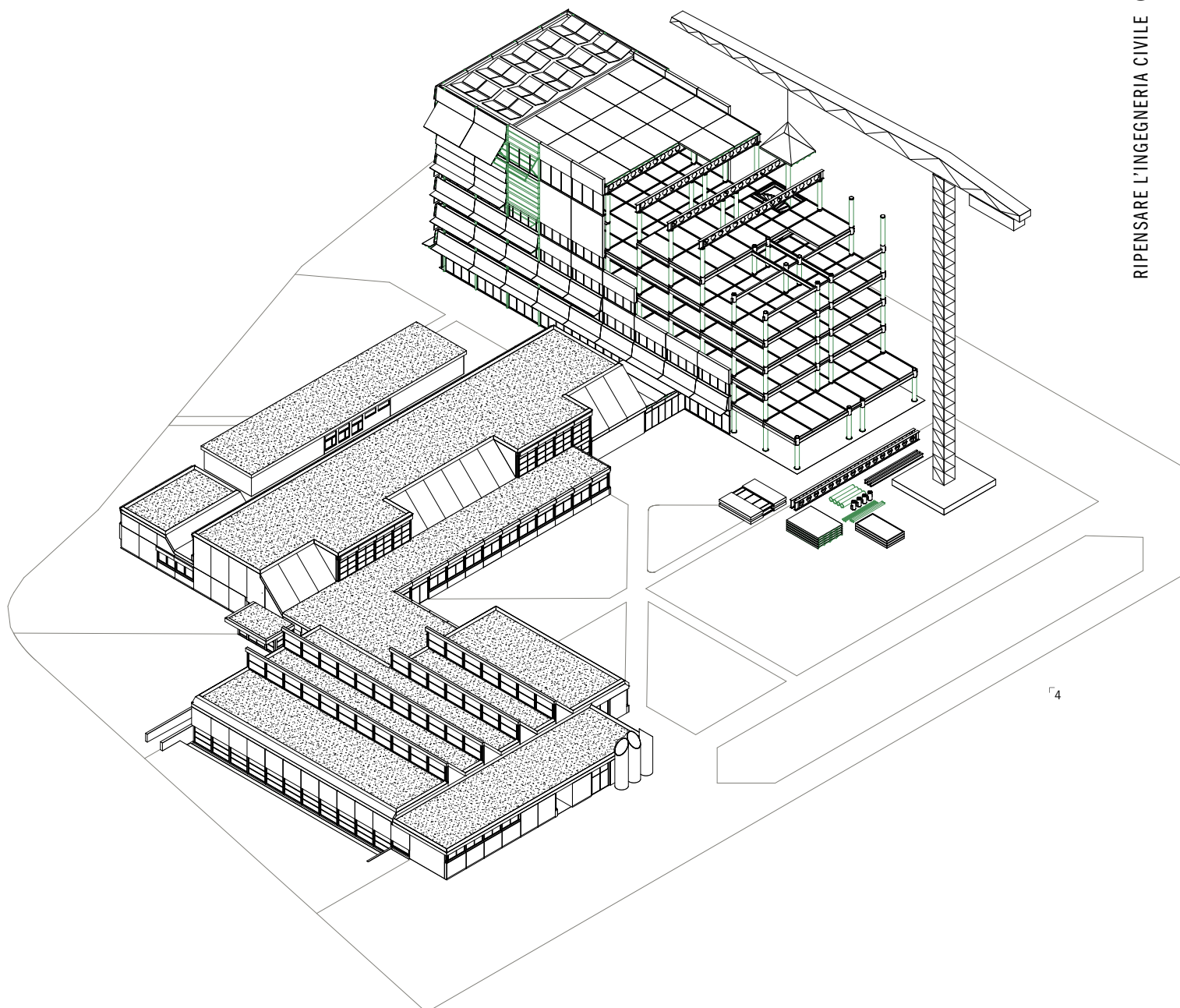
The discourse on identity, intertwined at Bülach with material memory, finds its origin in the previous project for the school in Zuoz, Upper Engadine. It all begins there: the first competition the five participated in together, and the moment their design methodology took shape.

The brief, published in 2024, called for the construction of a new elementary school with a kindergarten, cafeteria, and spaces for extracurricular activities in the village centre, among houses, courtyards, and barns



studio punkt





### Origine di un'identità

Il discorso sull'identità, che a Bülach si intreccia con quello della memoria materiale, trova la sua origine nel progetto precedente, quello per la scuola di Zuoz, in Alta Engadina. È da lì che tutto comincia: il primo concorso a cui i cinque partecipano insieme, e il momento in cui il loro metodo progettuale prende forma.

Il bando, pubblicato nel 2024, chiedeva la costruzione di una nuova scuola elementare con asilo, mensa e spazi per le attività extrascolastiche nel centro del villaggio, tra case, corti, e fienili.

L'obiettivo era un edificio capace di inserirsi nel tessuto compatto e stratificato della valle, rispettandone il carattere e la scala. Non si parlava di sostenibilità, ma di un'architettura sobria, contestuale e durevole. Gli architetti scelgono di leggere quella assenza come un'occasione per sperimentare, portando il tema ecologico ancora una volta al livello del processo e non dell'immagine: una questione di metodo, di costruzione e di responsabilità materiale.

Il progetto vincitore, intitolato *Après Ski*, è un volume compatto, posato sul pendio, che risolve una situazione topografica complessa con un impatto minimo sul terreno. La distribuzione su quattro piani permette di contenere il consumo di suolo, mantenendo una grande flessibilità d'uso.

### Scuola professionale di Bülach

- 2 Vista interna di un'aula
- 3 Stratigrafia assonometrica della soletta interna
- 4 Sezione assonometrica

### Bülach vocational school

- 2 Interior view of a classroom
- 3 Axonometric stratigraphy of the interior slab
- 4 Axonometric section

Disegni | Drawings  
Nuor

The objective was a building that integrated seamlessly into the valley's compact, stratified fabric, respecting its character and scale. Sustainability was not mentioned, but a sober, contextual, and durable architecture was sought. The architects chose to read this absence as an opportunity to experiment, bringing the ecological dimension once again to the level of process rather than image: a matter of method, construction, and material responsibility.

The winning project, titled *Après Ski*, is a compact volume set into the slope, resolving a complex topography with minimal impact on the ground. The four-story layout limits land consumption while maintaining great flexibility of use.

Da questo impianto razionale nasce la decisione di riutilizzare elementi metallici provenienti da vecchi impianti di skilift dismessi, frammenti di un paesaggio industriale ormai obsoleto ma ancora parte della memoria collettiva dell'Engadina. Il risultato sono ventiquattro colonne reticolari a traliccio infisse nel terreno, ruotate di quarantacinque gradi rispetto alla linea di facciata, che sorreggono la struttura in legno lamellare. Gli impianti di risalita diventano il materiale di una nuova narrazione, dove la logica del riuso si intreccia con il tema dell'eredità. La giuria, nel proprio rapporto finale, ha descritto il progetto come dotato di «una forza silenziosa, capace di collegare tradizione e innovazione senza forzature».

Nel racconto dei fondatori di Nuar, *Après Ski* segna l'inizio di un metodo: la consapevolezza che ogni edificio può interpretare in modo nuovo e concreto un insieme di principi ormai definiti.

### Tra teoria e pratica

La dimensione accademica non è, per Nuar, un capitolo parallelo all'attività progettuale: è parte integrante del loro modo di lavorare. Tutti i membri dello studio sono attivi nella didattica e nella ricerca universitaria, e questo dialogo costante tra teoria e pratica genera un movimento continuo. Alla ZHAW di Winterthur, dove si approfondiscono temi legati alla costruzione circolare, alla digitalizzazione e al riuso dei materiali, così come all'Accademia di architettura di Mendrisio, in cui si esplorano le relazioni tra struttura, spazio e abitare, la ricerca accademica diventa una piattaforma di sperimentazione condivisa. Le riflessioni nate in aula o nei laboratori di ricerca trovano spesso applicazione nei concorsi e nei progetti dello studio, e viceversa: ciò che nasce nel lavoro quotidiano ritorna nell'università come campo di indagine critica. Questa peculiarità, comune a tutti loro, li configura come una generazione di architetti ibridi, capaci di trasformare la ricerca continua in innovazione operativa.

### Una pratica in costruzione

Nuar opera in quanto collettivo, privilegiando collaborazione e rotazione delle responsabilità. I progetti vengono seguiti a coppie, ma discussi sempre da tutti. Se un'idea non convince l'intero gruppo, si sospende o si riformula. È

From this rational framework arose the decision to reuse metal elements from decommissioned ski lift systems, fragments of an industrial landscape now obsolete but still part of the collective memory of the Engadine. The result is twenty-four lattice truss columns embedded in the ground, rotated forty-five degrees relative to the façade line, supporting the glued laminated timber structure. The ski lift installations become the material of a new narrative, where the logic of reuse intertwines with the theme of heritage. The jury, in its final report, described the project as possessing «a quiet strength, capable of linking tradition and innovation without strain».

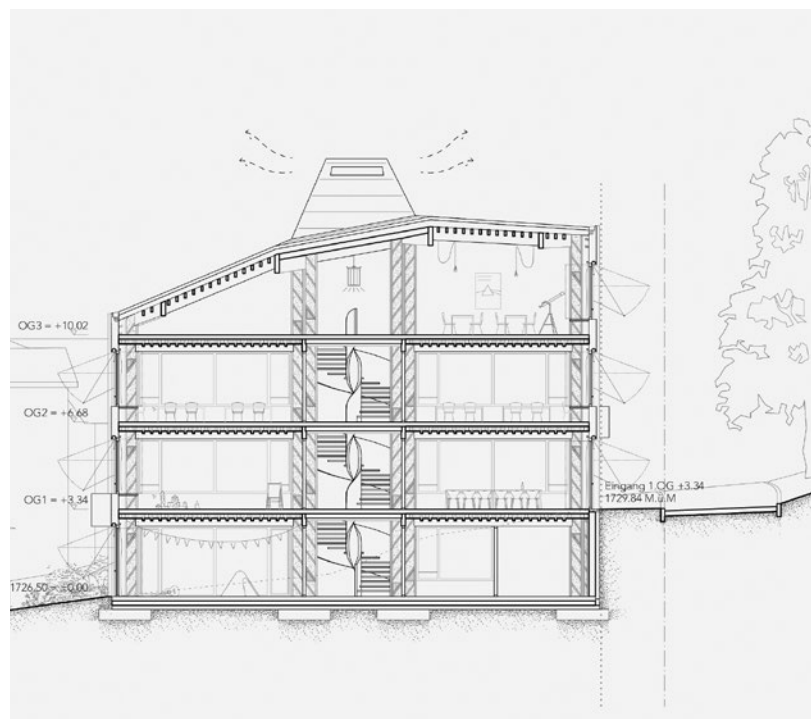
In the founders' account, *Après Ski* marks the beginning of a method: the awareness that every building can thoughtfully interpret a set of established principles in a new and concrete way.

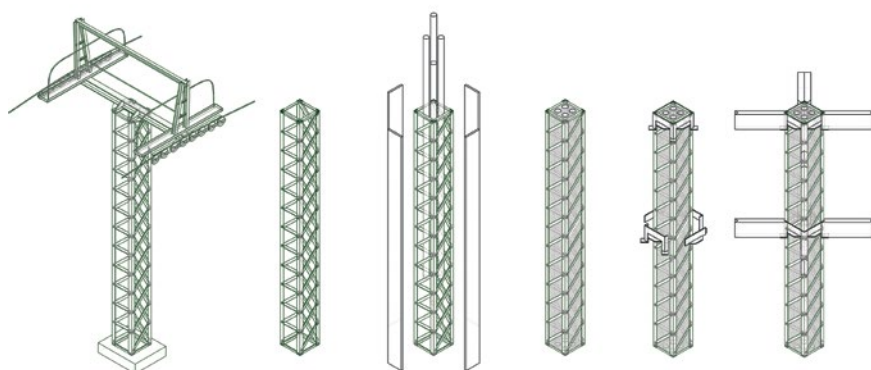
### Between theory and practice

The academic dimension is not, for Nuar, a parallel chapter to design activity: it is integral to their working method. All studio members are active in teaching and research, and this constant dialogue between theory and practice generates a continuous movement. At the ZHAW in Winterthur, where topics related to circular construction, digitalization, and material reuse are explored, as well as at the Accademia di Architettura di Mendrisio, where relationships between structure, space, and inhabitation are examined, academic research becomes a shared experimentation platform. Reflections originating in classrooms or research labs often find application in competitions and studio projects, and vice versa: what arises in daily work returns to the university as a field of critical inquiry. This feature, common to all members, positions them as a generation of hybrid architects, capable of transforming continuous research into operational innovation.

### A practice in construction

Nuar operates as a collective, privileging collaboration and rotating responsibilities. Projects are followed in pairs but always discussed by all members. If an idea does not convince the entire group, it is suspended or reformulated.





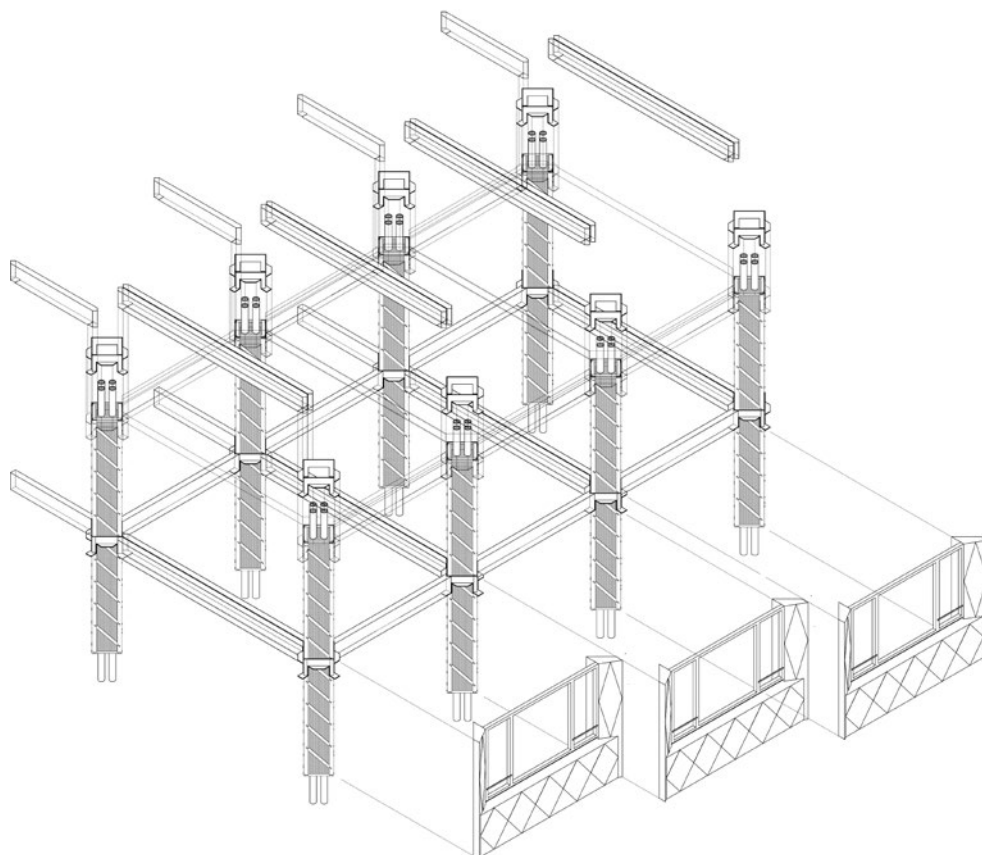
# Scuola elementare e dell'infanzia di Zuoz

- 5 Vista interna di un'aula
- 6 Sezione trasversale
- 7 Dettaglio costruttivo assonometrico delle colonne (provenienti da impianti di skilift dismessi)
- 8 Esploso assonometrico costruttivo

## Zuoz Primary School and Kindergarten

- 5 Interior view of a classroom
- 6 Cross section
- 7 Axonometric construction detail of the columns (sourced from decommissioned ski-lift systems)
- 8 Axonometric exploded view of the construction

Disegni, render | Drawings, render  
Nuar



7  
8

una forma di controllo qualitativo, ma anche un modo per mantenere viva una tensione critica interna. Come dicono loro, ogni progetto deve poter rappresentare ciascuno dei cinque, altrimenti non è ancora all'altezza e va rimesso in discussione.

Guardando al futuro, riflettono su come mantenere lo spirito libero e sperimentale dei primi concorsi, quando sentivano di non avere nulla da perdere. La sfida è rendere questo atteggiamento sostenibile anche sul piano economico e organizzativo: costruire uno studio che possa crescere senza perdere la sua elasticità, capace di preservare la fiducia reciproca e il piacere del lavoro collettivo. Più che espandersi rapidamente, vogliono consolidare un approccio aperto e inclusivo, che permetta di accogliere nuove figure senza trasformare la pratica in un sistema gerarchico. Nelle settimane successive alla conversazione, Nuar ha vinto il concorso selettivo per il nuovo complesso scolastico alla Schillerstrasse di Wil, con il progetto *Webstuhl*, ottenendo l'incarico per la fase di sviluppo. Il progetto è stato premiato per la chiarezza dell'impianto, la qualità degli spazi collettivi e la flessibilità d'uso, dal foyer centrale come luogo di identità e comunità alla versatilità degli ambienti, mostrando come la sostenibilità, nel loro lavoro, si traduca prima di tutto in una maggiore intensità e qualità dell'esperienza quotidiana.

This is a form of quality control but also a means to maintain an active internal critical tension. As they put it, every project must be able to represent each of the five members; otherwise, it is not yet adequate and must be reconsidered.

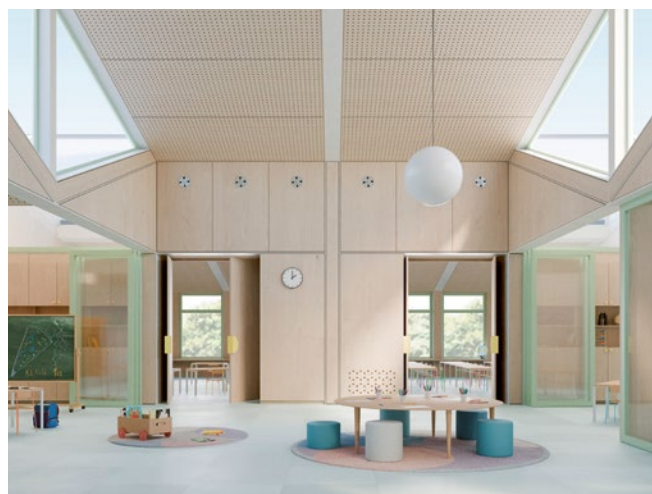
Looking ahead, they reflect on how to maintain the free and experimental spirit of their early competitions, when they felt they had nothing to lose. The challenge is to sustain this approach economically and organizationally: to build a studio that can grow without losing its elasticity, capable of preserving mutual trust and the joy of collective work. Rather than expanding rapidly, they aim to consolidate an open and inclusive approach that allows new members to join without transforming the practice into a hierarchical system. In the weeks following our conversation, Nuar won the selective competition for the new school complex at Schillerstrasse in Wil, with the project *Webstuhl*, securing the commission for the development phase. The project was recognized for the clarity of its layout, the quality of collective spaces, and the flexibility of use – from the central foyer as a place of identity and community to the versatility of rooms – demonstrating how sustainability in their work translates, first and foremost, into greater intensity and quality of daily experience.



9

Alla fine della conversazione, ci soffermiamo proprio sull'utilità stessa dell'intervista, sul suo valore come esercizio di consapevolezza. Hanno notato che ragionare ad alta voce sul proprio lavoro e sulle metodologie che lo sostengono li aiuta a mettere in ordine i pensieri e a dare forma, ancora una volta, a una narrazione comune. È un modo per verificare che il loro metodo resti vivo e che la curiosità non si esaurisca. In fondo, forse, è proprio questa la loro forma più concreta di sostenibilità: continuare a porsi domande, a discutere, a cercare insieme la versione che funziona, all'altezza delle domande del nostro tempo.

At the end of the conversation, we lingered on the usefulness of the interview itself, its value as an exercise in awareness. They noted that thinking aloud about their work and the methodologies that support it helps them organize their thoughts and shape, once again, a shared narrative. It is a way to verify that their method remains alive and that curiosity does not wane. Ultimately, perhaps, this is their most concrete form of sustainability: continuing to ask questions, to discuss, to collectively search for the version that works, worthy of the questions of our time.



studio punkt

10



studio punkt

11

#### Scuola elementare di Wil

- 9 Sezione prospettica  
10 Spazio didattico intermedio tra le aule  
11 Vista esterna

#### Wil Elementary School

- 9 Perspective section  
10 Intermediate learning space between classrooms  
11 Exterior view

Disegni | Drawings Nuar

# Il silenzio e la luce: il tribunale di Göteborg di Erik Gunnar Asplund

**Eugenio Lux**

Architetto e giornalista, dottorando POLITICO

**Al Röhsska Museet di Göteborg, la retrospettiva *Asplund och rådhuset* (27 settembre 2025 – 30 agosto 2026) ha riportato alla luce materiali inediti sull'ampliamento del tribunale, offrendo nuove chiavi di lettura per la comprensione di uno degli episodi più lunghi e complessi dell'architettura moderna svedese.**

Quando nella primavera 1913 vince il concorso bandito per l'ampliamento del Tribunale di Göteborg, Erik Gunnar Asplund (1885-1940) ha ventisette anni;

nell'inverno 1937, al momento in cui l'opera viene finalmente portata a termine, gli restano solo pochi anni di vita. La storia di questo edificio finisce così per intrecciarsi con l'intera parabola artistica del più influente architetto svedese del Novecento e con il lento mutare della cultura architettonica del Paese. Nel corso del quarto di secolo che intercorre, il linguaggio di Asplund cambia radicalmente: da un austero romanticismo nazionale, attraverso un classicismo nordico misurato e «civile», fino a un funzionalismo maturo e insieme «esitante», che tenta di mettere in discussione dall'interno i «dogmi» del Movimento Moderno. Il Tribunale di Göteborg, ampliamento del complesso progettato da Nicodemus Tessin il Vecchio (1615-1681) tra il 1669 e il 1672 e più volte riammodernato nel corso dei secoli, diventa dunque il teatro di una lunga evoluzione, non solo stilistica ma anche, e soprattutto, ideologica.<sup>1</sup>

Alla fine dell'Ottocento, con la rapida espansione della città, il *Göteborgs rådhus* – che secondo la consuetudine sve-

dese ospita insieme municipio e tribunale – appare ormai troppo esiguo per rispondere alle nuove esigenze urbane. Per alcuni decenni si discute se demolirlo o ampliarlo; la «questione del tribunale» (*Rådhusfrågan*) occupa la politica cittadina fino a che, nel 1912, il Comune bandisce il concorso per la ricostruzione e l'ampliamento dell'edificio affacciato su Gustaf Adolfs Torg. Tra le trentuno proposte presentate, il giovane Asplund ottiene il primo premio con il progetto contrassegnato dal motto *Andante*: un titolo che non è un semplice vezzo musicale, ma una dichiarazione di metodo, un invito a concepire il nuovo edificio «a passo d'uomo», secondo un ritmo calibrato e armonico. Il progetto, seppur ancorato a un linguaggio del passato, compie un gesto radicale: elimina l'ingresso monumentale verso la piazza e ripensa l'accesso dal lato del canale (*Stora Hamnkanalen*),<sup>2</sup> antico *temenos* della città. L'architetto dichiara esplicitamente di non considerare vincolante la facciata ottocentesca e punta a rifondare il complesso dall'interno, secondo



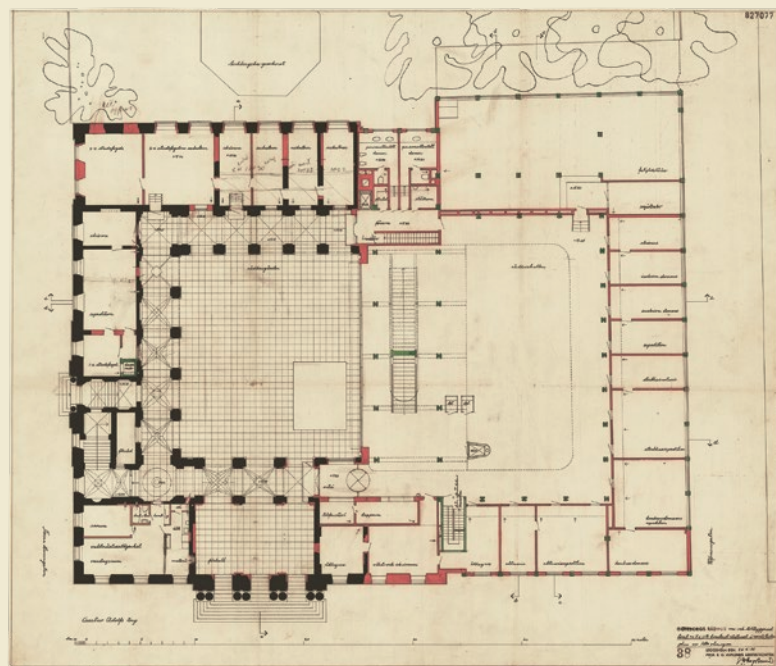
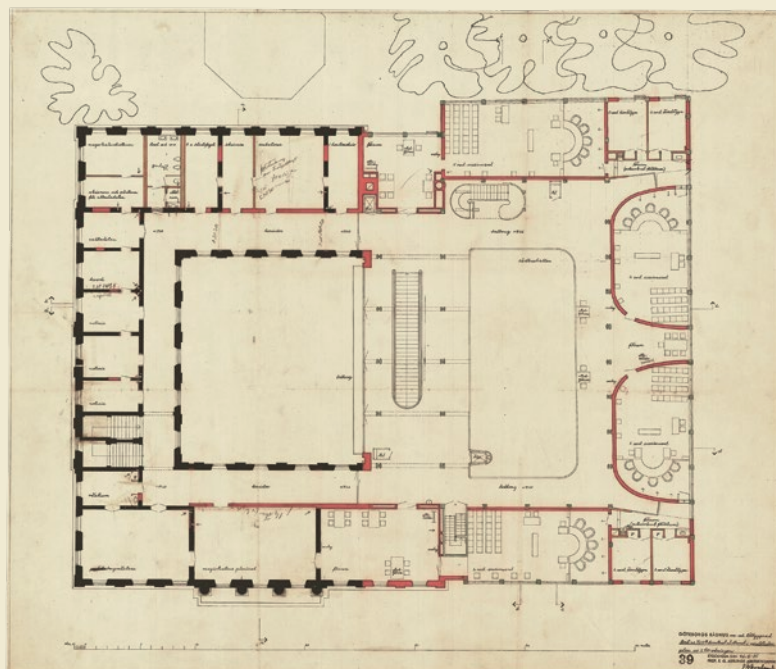
un *modus operandi* che parte dalle sequenze spaziali e dalle piante per arrivare, in ultimo, ai prospetti, concepiti come esito finale dell'*iter* progettuale.<sup>3</sup> Il concorso del 1912-13 è l'inizio di una vicenda «infinita»: varianti, controproposte, ridiscussioni – alcune in concomitanza del progetto per la sistemazione di Gustaf Adolfs Torg (1916-17) – fino ai progetti del 1925, ancora classicisti, che avrebbero dovuto essere finalmente realizzati. L'obiettivo è chiaro: integrare l'edificio antico e la nuova ala in un organismo unico; resta irrisolto però il problema «politico» delle facciate, tra la conservazione dell'immagine storica del municipio e il desiderio di introdurre un linguaggio aggiornato.

In quegli stessi anni Asplund diventa una figura centrale della cultura architettonica svedese grazie a due opere che lo consacrano al grande pubblico: la Biblioteca di Stoccolma (*Stadsbibliotek*, 1918-28), manifesto di un classicismo nitido e controllato, e il Cimitero nel Bosco (*Skogskyrkogården*, 1917-40), progettato insieme a Sigurd Lewerentz (1885-1975), divenuto uno dei paesaggi sacri più influenti del XX secolo. A queste architetture si affiancano incarichi pubblici sempre più rilevanti, fino alla nomina di architetto capo per l'Esposizione di Stoccolma 1930 (*Stockholmsutställningen*): è qui che, sotto la direzione artistica di Gregor Paulsson (1889-1977), Asplund compie il passaggio verso l'architettura moderna. L'Esposizione e il libro-manifesto *acceptera*, scritto con gli altri protagonisti di quella stagione, segnano la sua convinta adesione al funzionalismo. *acceptera* «non ha le aspirazioni utopiche e l'atteggiamento aggressivo di rifiuto per la storia di altri manifesti d'avanguardia, ma propone piuttosto un recupero moderno del passato»,<sup>4</sup> in uno dei capitoli attribuibili ad Asplund – *Il vecchio e il nuovo* – l'architetto difende infatti il valore delle stratificazioni storiche e parla di rispetto per la scala, le proporzioni, il colore della città, rifiutando però l'imitazione stilistica.<sup>5</sup> Modernizzare la tradizione senza cancellarla, accettare la realtà storica del contesto e farne materia viva di progetto sono questioni che rappresentano il fulcro dell'ampliamento del tribunale di Göteborg.<sup>6</sup>

L'accelerazione nel progetto arriva non tanto da un mutamento interno all'amministrazione quanto da una svolta: la crisi economica dei primi anni Trenta e l'azione del nuovo governo socialdemocratico di Per Albin Hansson (1885-1946), in carica dal 1932, portano al varo di un ambizioso piano di lavori pubblici di matrice keynesiana.<sup>7</sup> Grazie a questi fondi, la città di Göteborg può finalmente tornare ai vecchi *desiderata*

del *Rådhus*: si decide dunque la demolizione della ex casa del comandante, adiacente all'edificio, e la costruzione al suo posto della nuova ala destinata al tribunale distrettuale (*Göteborgs tingsrätt*). Il progetto del 1925 viene assunto come punto di partenza con la consapevolezza che nel frattempo è trascorso un decennio durante il quale il contesto è profondamente mutato. Anche Asplund non è più lo stesso architetto: negli anni ha progressivamente rinnovato il proprio linguaggio, fino a «compiere per conto suo il passaggio al Movimento Moderno».<sup>8</sup> In questo processo – in cui la modernità di Asplund riflette il mutato clima politico – gioca un ruolo decisivo la presenza, a partire dal 1932, di Uno Åhrén (1897-1977), il più giovane tra i coautori di *acceptera*, nominato architetto capo dell'uf-

ficio urbanistico cittadino, insediato proprio nel municipio. È da questa posizione – al crocevia fra politica, pianificazione e cultura architettonica – che può contribuire, attraverso un'influenza silenziosa ma determinante, a orientare il progetto di Asplund verso un linguaggio modernista più deciso, in sintonia con le riforme sociali e giuridiche perseguite dal governo socialdemocratico.<sup>9</sup> Il tribunale di Göteborg nasce così come edificio eminentemente politico: prodotto di un piano di incentivi economici, voluto da un consiglio comunale a maggioranza socialdemocratica, costruito in un momento in cui la concezione stessa della giustizia si sta trasformando, dalla punizione alla rieducazione, dall'ossessione per la colpa alla centralità della persona.<sup>10</sup>



Quando nel 1934 si riapre il cantiere, Asplund è un architetto affermato e, dal 1931, professore al Politecnico di Stoccolma (*Kungliga Tekniska högskolan*), istituzione da cui provengono i suoi giovani collaboratori, spesso ancora studenti. In un primo tempo Asplund cerca una soluzione prudente per la facciata: una sorta di «pastiche controllato» che prolunga il linguaggio neoclassico del municipio, mentre all'interno immagina già una struttura moderna in acciaio, vetrate e un grande atrio d'ingresso la «salle des pas perdus». <sup>11</sup> Nel racconto di uno dei suoi allievi l'architetto, incalzato dai giovani funzionalisti che gli propongono un fronte radicalmente nuovo, risponde: «qui il nostro contributo sarà l'interno». <sup>12</sup> È proprio il lavoro di questi giovani, però, a mettere in crisi quell'atteggiamento difensivo; secondo le testimonianze, è Tore Ahlsén (1906-1991) a ideare il fronte realizzato: una griglia astratta con finestrate decentrate che richiama la contemporanea proposta per il Club Studentesco (*Stockholms nation*) di Uppsala del 1936. <sup>13</sup>

Il risultato, approvato tra mille esitazioni nel 1935-36, è una facciata che dichiara in modo netto il proprio carattere di ampliamento: nessun ingresso, nessuna centralità autonoma, un corpo leggermente arretrato rispetto all'edificio di Tessin, con un impluvio a segnare la cesura tra i due tetti a falda. I pilastri in facciata richiamano in forma stilizzata il lessico classico – base, fusto, capitello ridotti a segni – ed esprimono al tempo stesso lo scheletro in acciaio dell'edificio. Le finestre non sono centrate nelle loro «caselle» ma impaginate con un allineamento a sinistra, come se fossero magneticamente attratte dal municipio, a suggerire che il baricentro simbolico del complesso resta nella sua parte sto-

rica. In corrispondenza di una delle aule, al secondo piano, «le quattro finestre del mezzanino che toccano il vecchio edificio sono più ampie e elaborate, creando così una dissimmetria che distrugge l'inerzia di una mera giustapposizione», <sup>14</sup> trasformando la griglia in un diaframma quasi interamente vetrato. L'attico è traforato da piccole finestre rettangolari che funzionano come un fregio moderno. In corrispondenza delle aperture maggiori, tra il 1937 e il 1941, si aggiungono infine i bassorilievi *I quattro venti* (*De fyra vindarna*) di Eric Grate (1896-1983) e, nel cortile, la *La ragazza seduta* (*Sittande flicka*) di Gerhard Henning (1880-1967).

Il nuovo volume è «lessicalmente» subordinato al vecchio – ne assume proporzioni, partiture verticali, cromie – ma lo fa evitandone la copia letterale, preferendo una paziente «purificazione» dei richiami e un cauto ma netto spostamento verso un linguaggio moderno. <sup>15</sup> Qui «[...] Asplund compie un'operazione coscientemente ambivalente: lascia a vista il reticolo strutturale in acciaio, ma evita l'impiego di regolarità e simmetrie, disseminando piuttosto segnali di un cauto ambientamento. Benché sia tutt'altro che soddisfacente da un punto di vista estetico, il risultato rifiuta le troppo facili sintesi e preferisce affidare alla stupefacente *hall* interna il compito di fornire indicazioni pertinenti circa un'idea di spazio moderno concepito in modo elegante e accogliente». <sup>16</sup> In questa dialettica tra continuità e variazione, la facciata non cerca né la replica, né la rottura: costruisce una relazione controllata, in cui la modernità si manifesta con misura all'esterno per dispiegarsi pienamente negli spazi interni.

L'ampliamento di Asplund è una delle prime estensioni moderniste a contat-

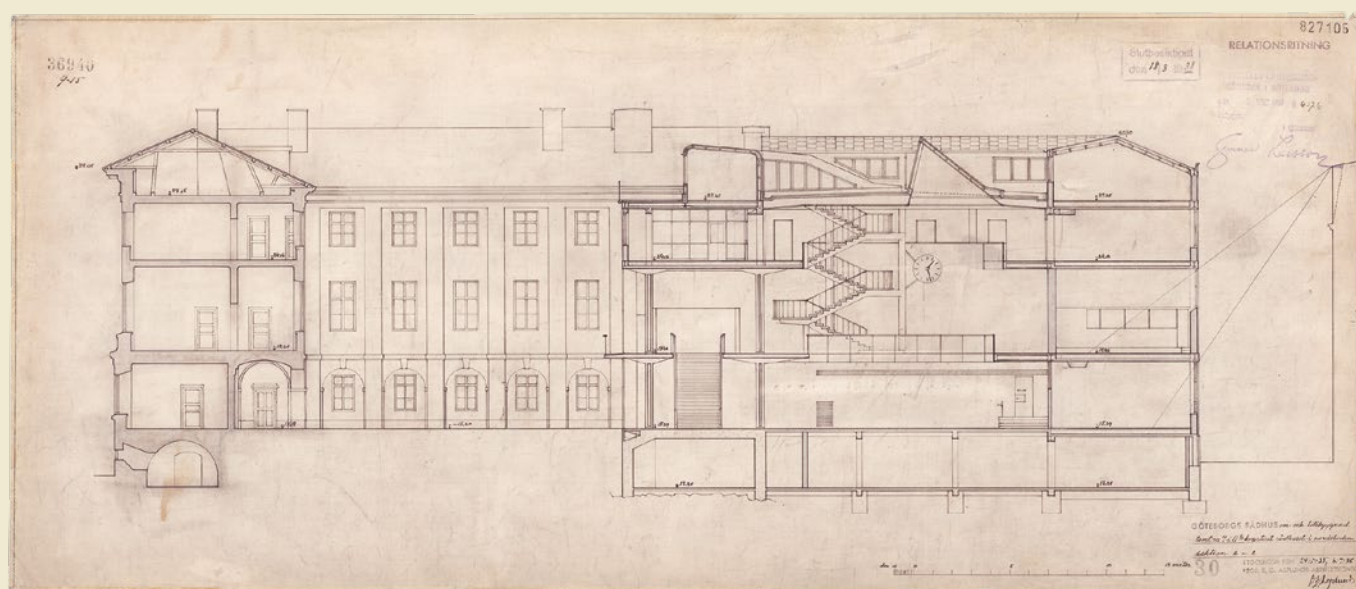
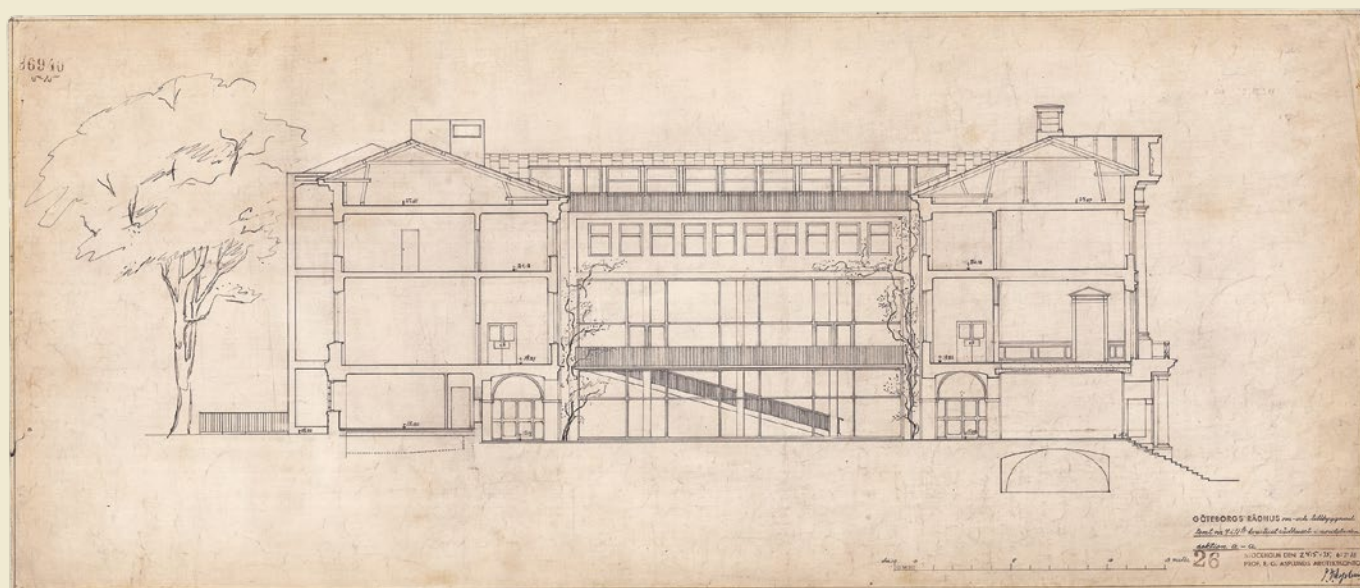
to diretto con un edificio storico e diventa un modello per molte ricostruzioni del dopoguerra europeo. <sup>17</sup> Il *Rådhus* viene riconosciuto come uno dei primi esempi in cui un'architettura moderna si innesta su un contesto storico senza interromperlo polemicamente, ma anzi rafforzandone la continuità con le «preesistenze ambientali». <sup>18</sup> Il tribunale di Göteborg si configura così come il laboratorio di una modernità che accetta la resistenza del luogo e la usa per smussare gli eccessi astratti del funzionalismo. La sua forza non sta in un gesto iconico isolato, ma nella coerenza con cui struttura, facciate e impianto distributivo sono pensati come un *unicum*. La nuova ala è un blocco compatto di tre piani più attico, con struttura in acciaio e solai in cemento, intonacata all'esterno e rivestita in legno chiaro di frassino all'interno. Planimetricamente, nuovo e vecchio si incastrano come due tessere di un puzzle: un «dentello» del volume moderno penetra nel corpo originario producendo una continuità reale tra i due edifici. Le quattro facciate rispondono ciascuna a un ruolo diverso nel sistema urbano; è austera quella verso Gustaf Adolfs Torg: imponente nella scala, funzionalista nella grammatica, aspra nell'asimmetria delle finestre; sul lato di Köpmansgatan la griglia viene compressa, le luci tra i pilastri si accorciano, le aperture si spostano con un ritmo

**1** Erik Gunnar Asplund, Ampliamento del tribunale, Göteborg, Svezia. Foto Kristin Lidell

**2-3** Erik Gunnar Asplund, Pianta piano terra (sotto) e piano primo (sopra), Ampliamento del tribunale Göteborg, Svezia. Per concessione del Regionarkivet Göteborg

**4-5** Erik Gunnar Asplund, Ampliamento del tribunale, Göteborg, Svezia. Foto Kristin Lidell





più serrato, quasi industriale; sul retro, verso la Christinae kyrka, si uniforma ulteriormente: le aperture si fanno più ampie e i balconi diventano sottili «piattabande» metalliche; la quarta facciata – la più importante dal punto di vista dell'esperienza spaziale – non guarda la città ma il cortile interno, ivi la parete si dissolve in una grande vetrata a doppia altezza coronata da una parte in muratura con una fitta serie di aperture regolari; è la vera «facciata principale» del tribunale, quella attraverso cui si rivela lo spazio della nuova *hall*, una «piazza coperta» che richiama la Sala Blu del Municipio di Stoccolma di Ragnar Östberg (1866-1945), maestro di Asplund.

Il percorso, che conduce verso l'ampliamento del tribunale, è costruito come una sequenza quasi teatrale: si entra attraverso i tre portoni posti in cima alla scalinata che immettono nell'atrio seicentesco del municipio. Una serie di segnali invisibili, di cui l'edificio è disse-

minato, guida il visitatore a entrare e, una volta all'interno, a guardare verso l'alto, dove lo spazio si apre in verticale: una grande sala a tutta altezza – pavimentata con il marmo di Ekeberg, lo stesso impiegato nel cortile per sfumare il confine tra interno ed esterno – viene inondata di luce zenitale da un lungo lucernario industriale che percorre la metà nord del soffitto da est a ovest. L'interno dell'ampliamento è uno spazio di straordinaria complessità, stratificato verticalmente dai balconi a sbalzo, illuminato da una luce naturale che filtra sia lateralmente sia dall'alto e organizzato attorno a un grande vuoto *panopticon*. In questo intreccio di percorsi e livelli l'edificio assume una qualità piranesiana di spazi che vanno *oltre*: i camminamenti si insinuano, si sovrappongono, e paiono proseguire oltre il visibile, aprendosi verso direzioni incerte.<sup>19</sup>

Due scale organizzano lo spazio e ne dichiarano il carattere:<sup>20</sup> da un lato la grande scalinata sospesa che ricorda la

passerella di una nave, dipinta di azzurro sul «sottosquadra» – la parte inferiore del suo intradosso – retta da sottili tiranti metallici che scendono dall'alto; dall'altro la scala «staccato» – il cui disegno richiama esplicitamente lo *staccato* del pentagramma – a gomito, più raccolta, che progressivamente scompare nella luce. I gradini hanno alzate basse e pedate profonde nella prima scala e un'articolazione complessa, quasi barocca, nella seconda, costringendo il visitatore a rallentare nella salita. Il tribunale propone così un «passo» specifico, un'andatura che calma l'ansia di chi attende un verdetto e allo stesso tempo introduce una certa *gravitas*: la consapevolezza di essere al cospetto della legge.<sup>21</sup> Anche qui, la modernizzazione della tradizione<sup>22</sup> non consiste nel cancellare il carattere solenne dello spazio giudiziario, ma nel tradurlo in termini a misura d'uomo. Gli elementi modernisti – l'ascensore originariamente interamente vetrato, poi schermato con



pannelli di legno per evitare che gli sguardi indiscreti si soffermassero sotto le gonne delle signorine, il grande orologio senza cornice sospeso nell'atrio, le lampade «a trifoglio» che evocano le bilance della Giustizia – sono orchestrati come i dettagli di una nave. Asplund e i suoi collaboratori disegnano tutto: arredi, *boiseries*, maniglie, tappeti, cabine telefoniche per i giornalisti, sedie delle aule con leggere differenze di altezza che accentuano il ruolo apicale del giudice. In questo universo di dettagli si inserisce anche il *signaturmattan* realizzato da Elsa Gullberg (1886-1984), tappeto cerimoniale che raccoglie le iniziali di tutti coloro che hanno contribuito all'opera, un *unicum* nella storia dell'architettura che racconta l'importanza per Asplund di ogni attore coinvolto. In esso le lettere sono distribuite secondo tre categorie – i committenti con il martel-

letto dei giudici, gli esecutori con la cazzuola, i progettisti con un occhio che vigila – facendo emergere l'ironia di Asplund che aggiunge anche le iniziali dei due principali quotidiani di Göteborg, all'epoca particolarmente critici.

Seppure all'esterno il tribunale abbia subito una serie di cambiamenti nella tonalità della facciata nel corso degli anni, all'interno esso riflette ancora il *fil rouge* originario di Asplund.<sup>23</sup> L'idea che, in un edificio dove l'individuo incontra lo Stato, la forma costruita debba essere capace di avvicinare alla legge non solo con la forza del monumento, ma anche tramite la misura, la calma e la limpidezza dello spazio. È in questo interno, morbido e insieme severo, che il progetto raggiunge il suo *akmé*: il tribunale si fa tempio laico del diritto, luogo in cui il *silenzio* e la *luce* traducono in forma architettonica un'idea rinnovata di giustizia.

- 6 Erik Gunnar Asplund, sezione est-ovest, Ampliamento del tribunale Göteborg, Svezia. Per concessione del Regionarkivet Göteborg
- 7 Erik Gunnar Asplund, sezione nord-sud, Ampliamento del tribunale Göteborg, Svezia. Per concessione del Regionarkivet Göteborg
- 8 Erik Gunnar Asplund, prospetto est, Ampliamento del tribunale Göteborg, Svezia. Per concessione del Regionarkivet Göteborg

The article is also available in english «The Silence and the Light: Erik Gunnar Asplund's Göteborg Courthouse»



#### Note

- 1 Per una storia completa cfr. AA.VV., *Tiden, Platsen, Arkitekturen. Asplunds Rådhus i Göteborg*, Arkitekturmuseet, Stockholm 2010; N. Adams, *Gunnar Asplund's Gothenburg. The Transformation of Public Architecture in Interwar Europe*, Penn State University Press, University Park 2014; C. Caldenby, *Göteborgs rådhus / Gothenburg court house*, Arkitektur, Stockholm 2015.
- 2 Cfr. B. Zevi, *Erik Gunnar Asplund*, Il Balcone, Milano 1948, pp. 32-33; M. Capobianco, *Asplund e il suo tempo*, Tip. Licenziato, Napoli 1959, pp. 18-22; N. Adams, *Gunnar Asplund*, Electa, Milano 2011, pp. 11-13; L. Ortelli, *L'Adeguatezza di Asplund*, LetteraVentidue, Siracusa 2018, pp. 67-75.
- 3 Conversazione dell'autore con Birgitta Martinus, curatrice della mostra.
- 4 E. Lux (a cura di), *acceptera*, LetteraVentidue, Siracusa 2024, p. XIII.
- 5 Cfr. E. Lux (a cura di) 2024, cit., pp. 149-184.
- 6 Cfr. N. Adams 2014, cit., pp. 55-57.
- 7 Cfr. N. Adams 2011, cit., p. 31; M. Landzelius, *Dis(re)membering Spaces: Swedish Modernism in Law Courts Controversy*, Göteborgs universitet, Göteborg 1999, p. 122.
- 8 L. Benevolo, *Storia dell'architettura moderna*, Laterza, Bari 1960, p. 617.
- 9 Sul ruolo di U. Åhrén cfr. N. Adams 2014, cit., pp. 106, 132, 140.
- 10 Sulle riforme del diritto in Svezia e il ruolo di J. Thyrén e K. Schlyter cfr. N. Adams 2014, cit., pp. 107-122.
- 11 Cfr. E. G. Asplund, *Göteborgs rådhus om- och tillbyggnad 1935-1937*, Rådhusbyggnadskommitté, Göteborg 1938, p. 32.
- 12 Testimonianze di Åke Porne e Nils Rissén in N. Adams 2014, cit., pp. 58-64.
- 13 Cfr. P. Blundell Jones, *Erik Gunnar Asplund*, Phaidon, London 2012, p. 173.
- 14 B. Zevi 1948, cit., p. 33.
- 15 Cfr. S. Ray, *L'architettura moderna nei paesi scandinavi*, Cappelli, Bologna 1965, p. 95.
- 16 M. Biraghi, *Storia dell'architettura contemporanea* vol. 1, Einaudi, Torino 2008, p. 371.
- 17 Cfr. L. Benevolo 1960, cit., pp. 617-618.
- 18 Cfr. E. N. Rogers, *Esperienza dell'architettura*, Einaudi, Torino 1958, Tav. 146.
- 19 Cfr. S. Wrede, *The Architecture of Erik Gunnar Asplund*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts 1980, p. 170.
- 20 Cfr. G. E. Kidder Smith, *Sweden Builds*, The Architectural Press, London-New York 1950, pp. 184-186.
- 21 Sul tema della camminata cfr. E. Lux (a cura di) 2024, cit., pp. 150-152.
- 22 Cfr. N. Adams 2014, cit., p. 92.
- 23 Cfr. F. Alison (a cura di), *Erik Gunnar Asplund mobili e oggetti*, Electa, Milano 1985, pp. 101-111. Il restauro dell'edificio è stato curato dallo studio Gajd arkitekter (2013-15).



ARUN COLLEZIONE DI MOBILI  
LAUFEN 1892 | SWITZERLAND

PADIGLIONE 1.2  
STAND A41

SWISS  
BAU

BUILDING  
FUTURE  
TOGETHER  
20-21 gennaio 2008

## espazium ≡ quaderni

**1 | 2026**  
**CXVI** **espazium quaderni, rivista svizzera di cultura del progetto e della costruzione** | **espazium quaderni, swiss review of design and construction culture**  
Erede di Rivista Tecnica della Svizzera italiana, fondata nel 1910, e di archi, esce sei volte all'anno.  
ISSN 1422-5417  
tiratura REMP diffusa 3056 copie, 2894 vendute  
Palazzo Pollini, vicolo Confalonieri 4, 6850 Mendrisio  
tel. +41 91 921 44 55  
quaderni@espazium.ch  
www.espazium.ch  
**Direzione** Stefano Milan <sup>SM</sup>, Andrea Nardi <sup>AN</sup>  
**Coordinamento** Sophie Marie Piccoli <sup>SMP</sup>  
**Redazione** Hind Al-Shoubaki <sup>HAS</sup>, Francesca Belloni <sup>FB</sup>, Valeria Gozzi <sup>VG</sup>, Matteo Moscatelli <sup>MM</sup>, Andrea Roscetti <sup>AR</sup>, Pablo Valsangiacomo <sup>PV</sup>, Graziella Zannone Milan <sup>GZM</sup>, Stefano Zerbj <sup>SZ</sup>  
**Redazione online** Manuel Bellagamba <sup>MB</sup>, Federica Botta <sup>FB</sup>, Melinda Haller <sup>MH</sup>, Valentina Merz <sup>VM</sup>, Lara Monacelli <sup>LM</sup>, Camilla Sofia Morelli <sup>CSM</sup>  
**Rubriche** Fili rossi, Sophie Marie Piccoli <sup>SMP</sup>, Paralleli, Gabriele Neri <sup>GN</sup>, RRR-Evoluzione, Guido Brandi <sup>GB</sup>  
**Comunicati SIA** Romain Galeuchet, coordinamento Patrizia Borsa, traduzioni  
**Corrispondenti** Silvia Berselli, cultura architettonica/eventi; Alberto Bologna, ricerca e tecnologia

**Grafica** Nadine Curanz, Anna-Lena Walther  
**Postproduzione immagini** Laurent Guye  
**Correzione bozze** Fabio Cani  
**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** Sophie Agata Ambroise, architetta paesaggista, Lugano; Roberto Guidotti, ingegnere civile, Lugano; Matteo Inches, architetto, Locarno; Licia Lamannuzzi, architetta, Stabio; Marina Pedrazzini, architetta, Locarno  
**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  
**Tipografia** Stämpfli Publikationen AG, Berna  
**Pubblicità** | **Advertising**  
Fachmedien, Zürichsee Werbe AG  
Tiefenastrasse 2, 8640 Rapperswil-Jona  
tel. | phone +41 44 928 56 11, fax +41 44 928 56 00  
www.fachmedien.ch, info@fachmedien.ch

**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** | **Subscriptions and back issues** Annuale (6 numeri): cartaceo | Annual (6 issues): print Fr. 175.-, digitale | digital Fr. 140.-, cartaceo e digitale | print and digital Fr. 210.-; Numeri singoli Fr. 26.- (più spese di spedizione) | Single issues Fr. 26.- (plus postage); espazium.ch/it/abbonarsi  
Informazioni per studenti, gruppi ed estero | Information for students, groups and international: abo.quaderni@galledia.ch Galledia Fachmedien AG, Flawil tel. | phone +41 58 344 95 57  
Abbonamenti soci SIA | SIA member subscriptions: SIA, Zurigo, tel. | phone +41 44 283 15 15, fax +41 44 283 15 16 rettifiche@sia.ch

La riproduzione, anche parziale, di immagini e testi, è possibile solo con l'autorizzazione scritta dell'editore e con la citazione della fonte  
The reproduction, even in part, of images and texts is only permitted with the written authorization of the publisher and proper citation of the source

**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* | Texts and publication proposals received by the editorial office are evaluated based on the specific expertise of the scientific committee and through a blind review process involving external readers

The Gehri logo is rendered in a green, diamond-patterned font. The background of the entire image is a photograph of a modern building's facade, featuring large, rectangular windows set into a light-colored, textured wall of travertine stone. The perspective is looking up at the building, and the sky is visible at the top right.

# Gehri



gehri.swiss

## *L'Arte del rivestire dal 1970*

Facciata in Travertino Romano Classico Paglierino

**casanova**

sciarini

[illegible]

Grafica: centralstudio.ch

un gruppo, unico.