

Rivista svizzera di architettura,  
ingegneria e urbanistica  
Schweizerische Zeitschrift für Architektur,  
Ingenieurwesen und Stadtplanung

5 2019

## L'ingegneria di Silvano Zorzi tra Svizzera e Italia

Silvano Zorzi – Ingenieurskunst zwischen  
der Schweiz und Italien

### TESTI TEXTE

- Giulio Barazzetta, Gabriele Neri
- Tullia Iori, Gianluca Capurso
- Jürg Conzett

### s i a

Nuovo regolamento SIA 101 sulle prestazioni  
dei committenti

### OTIA

Il Codice deontologico



STUDIO D'INGEGNERIA

TECNO  
PROGETTISA

dal 1969 progettisti di impianti a 360°

Crescita ed evoluzione  
al servizio della clientela

- Contracting energetico
- Fisica ed energia della costruzione
- Fonica ambientale e acustica edile
- Consulenza, attestati e collaudi antincendio
- Progettazione elettrica (E)
- Progettazione termoclimatica e idrosanitaria (RVCS)
- Progettazione domotica
- Progettazione standard BIM
- Consulenza energetica, richiesta di incentivi
- Bioedilizia, fotovoltaico ed energie rinnovabili
- Certificazioni Minergie e CECE
- Reti di teleriscaldamento

Bellinzona - Locarno - Lugano

sede operativa:  
Tecnoprogetti SA  
via Monda 2, Camorino  
[www.tecnoprogetti.ch](http://www.tecnoprogetti.ch)  
[info@tecnoprogetti.ch](mailto:info@tecnoprogetti.ch)  
+41 91 850 15 20

espazium 

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

Con **TEC21**, **TRACÉS**, **Archi**  
e la piattaforma comune  
[www.espazium.ch](http://www.espazium.ch)  
creiamo uno spazio di  
riflessione sulla cultura  
della costruzione.

Dai progettisti per i progettisti!  
Spazio interdisciplinare,  
interculturale, specialistico,  
indipendente e critico.

**TEC21 TRACÉS archi**

# archi

n.5 ottobre

- 3 EXPROMO a cura di Federica Botta
- 7 NOTIZIE a cura di Stefano Milan
- 9 INTERNI E DESIGN a cura di Gabriele Neri
- 12 ACCADEMIA DI ARCHITETTURA AAM  
a cura di Graziella Zannone Milan

## L'ingegneria di Silvano Zorzi tra Svizzera e Italia

Silvano Zorzi - *Ingenieurskunst zwischen der Schweiz und Italien*  
a cura di Giulio Barazzetta, Gabriele Neri,  
schede progetti a cura di Valeria Gozzi

- 15 **EDITORIALE L'INGEGNERE COME «PRODUTTORE»**  
Mercedes Daguerre

- 17 **PER SILVANO ZORZI**  
Giulio Barazzetta, Gabriele Neri

- 19 **SILVANO ZORZI, DESIGNER STRUTTURALE**  
Tullia Iori, Gianluca Capurso

- 23 **ALLA RICERCA DI UN'INTERPRETAZIONE**  
Jürg Conzett

- 35 **SILVANO ZORZI INGEGNERE CONTEMPORANEO**  
Giulio Barazzetta, Gabriele Neri

- 40 **SOVRAPPASSO DI VIALE SCARAMPO,  
VIADOTTO VIALE CERTOSA-MONTE CENERI 1959-1965**  
Ing. Silvano Zorzi, Ing. Giorgio Macchi

- 44 **VIADOTTO SUL TORRENTE SFALASSÀ 1968-1972**  
Ing. Silvano Zorzi, Ing. Lucio Lonardo,  
Ing. Sabatino Procaccia

- 48 **VIADOTTO SUL TORRENTE FICHERA 1970-1972**  
Ing. Silvano Zorzi, Ing. Lucio Lonardo

- 52 **VIADOTTO SUL TORRENTE GORSEXIO 1972-1978**  
Ing. Silvano Zorzi, Ing. Giorgio Grasselli, Ing. Enrico Faro

- 56 COMUNICATI SIA a cura di Sophie Depondt
- 60 COMUNICATI OTIA a cura di Daniele Graber
- 63 APPUNTAMENTO CON L'INGEGNERIA a cura di Stefano Milan
- 67 FORMAZIONE CONTINUA a cura di Stefano Milan
- 68 CONCORSI a cura di Teresa Volponi
- 71 LIBRI a cura di Mercedes Daguerre

Nel prossimo numero:  
«Costruire in legno a sud delle Alpi»

Dello stesso editore:



**Tracés n.19**  
Bauhaus: l'art de tisser  
les disciplines  
[espazium.ch/fr](http://espazium.ch/fr)



**TEC21 n.39**  
Umweltverträglichkeit -  
Aus Grau mach Grün  
[espazium.ch/de](http://espazium.ch/de)



«Archi» ospite all'Incontro cantonale  
della persona anziana

Il numero 4 sarà presentato con una  
tavola rotonda a Locarno l'11 ottobre.  
[espazium.ch/it/archi-incontro-cantonale](http://espazium.ch/it/archi-incontro-cantonale)

In copertina:

Silvano Zorzi e Lucio Lonardo, viadotto sul Torrente Fichera.  
Foto fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano

# Non vi serve molto per acquisire maggiori competenze.

Il vostro progetto necessita di una nuova spinta?

Avvaletevi della nostra competenza in materia di tra-  
smissioni di forze nelle costruzioni in cemento armato.

Saremo al vostro fianco nel campo dell'alta ingegneria,  
che si tratti di calcoli o di attività particolari.



# Aschwanden

 Follow us!

[www.aschwanden.com](http://www.aschwanden.com)

A CRH COMPANY

### empa.ch

Gli scienziati dell'Empa in collaborazione con Isofloc AG hanno sviluppato un materiale isolante e ignifugo in carta riciclata. Ideale per elementi prefabbricati in legno e per case in legno a più piani, il prototipo è in grado di proteggere efficacemente la struttura dal fuoco. In un test eseguito con telaio in legno esposto per un'ora alle fiamme, a 800-1000°C, la struttura non è bruciata e non sono cadute scaglie incandescenti.

Nel processo produttivo, la carta di scarto, sottoforma di fiocchi, viene insufflata e stoccata in una cavità in cui le fibre vengono compresse e stabilizzate a formare un pannello.

Compattezza e durezza vengono conferite da un legante proveniente dall'industria alimentare atossico, economico e facilmente reperibile.

## 14\_TECNICA E MATERIALI ANTINCENDIO

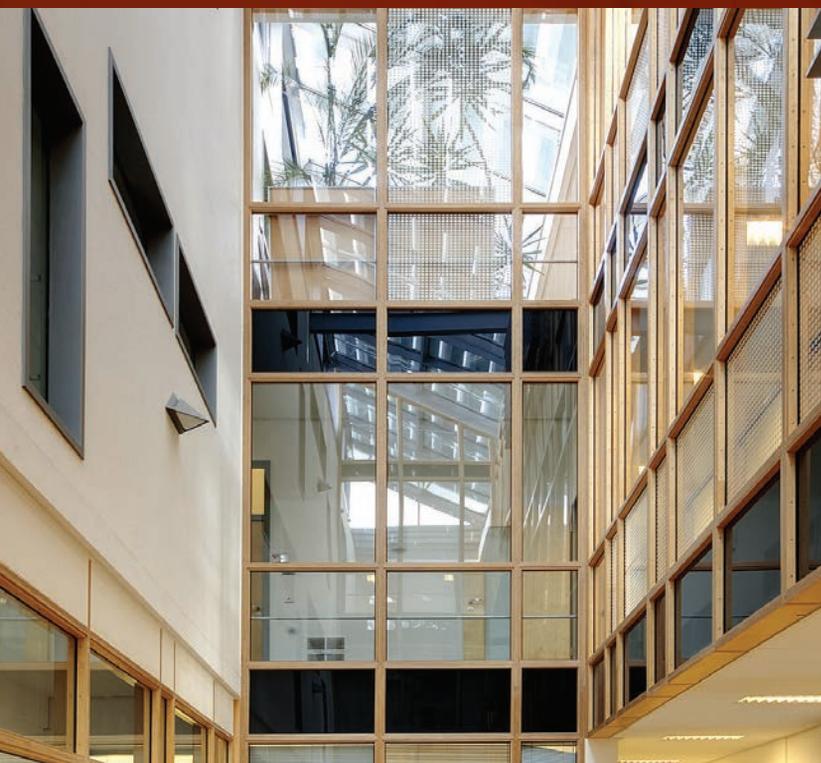
Il tema della Polizia del fuoco in Ticino fonda le sue radici nel Medioevo quando, per intensificare o risanare le aree destinate al pascolo, era consuetudine appiccare il fuoco ai terreni cespugliosi o boschivi. Da allora, grazie agli interventi e alle norme emanate dagli statuti locali e cantonali e all'intervento dello Stato che ha, dapprima, istituito un servizio pubblico – il primo intervento risale al 1857 – e successivamente progredito verso provvedimenti legislativi sulla prevenzione degli incendi, la problematica ha subito una lunga evoluzione. Ad oggi non esiste in Canton Ticino un'unità amministrativa che si occupi esclusivamente di Polizia del fuoco. Questo ha portato alla formazione di una categoria di professionisti, i Tecnici Riconosciuti (TR), che verificando la conformità del progetto e dell'esecuzione dell'opera alle prescrizioni e alle norme, si fanno «garanti» della sicurezza antincendio nei confronti delle autorità e del committente, svolgendo un'attività che in altri Paesi o Cantoni è svolta da enti pubblici. Ad oggi vi sono basi legali e prescrizioni per realizzare edifici e impianti sicuri ed è compito di operatori, professionisti, autorità e di ogni singolo cittadino, il rispettarle.

Curiosità: Dal 19 al 21 gennaio 2020 si terrà a Dubai l'Intersec, la fiera leader mondiale per la sicurezza.

### SICUREZZA, ESTETICA E VERSATILITÀ schott.com

PYRAN è un vetro ignifugo molto versatile che protegge da fuoco, gas e fumo mantenendo la trasparenza anche con elevati carichi termici.

Il segreto è racchiuso nell'interazione tra il materiale – vetro borosilicato – e il processo produttivo – vetro float – che attribuisce al prodotto un'elevata resistenza alle differenze di temperatura, maggior viscosità e un'elevata temperatura di rammollimento – dimensioni fino a 1800 x 3600 mm con spessore da 5 a 8 mm –. PYRAN soddisfa severe esigenze di resistenza al fuoco – fino a 120 minuti – garantendo massimi livelli di sicurezza. PYRAN Platinum è l'unico vetroceramica flottante e trasparente al mondo sviluppato appositamente per applicazioni architettoniche – sp. 5 mm, dimensione max 1300 x 2500 mm – con una resistenza al fuoco fino a 90 minuti. È prodotto senza metalli pesanti pericolosi, antimonio e arsenico e può essere leggermente sabbiato o fornito con una pellicola opaca che permette una personalizzazione senza influire sulla reazione al fuoco. È particolarmente indicato per la costruzione di vetrate ed è omologato per l'applicazione su di un telaio standard mantenendo la medesima performance di resistenza al fuoco.



## COMPLETA COIBENTAZIONE TERMICA ESTERNA flumroc.ch

Il pannello isolante in lana di roccia Compact Pro combina sei proprietà per un'affidabile coibentazione termica esterna con intonaco.

Il carattere competitivo del prodotto sta nei sei "talenti" che lo caratterizzano. 1) Con l'assegnazione al gruppo di reazione al fuoco RF1 da parte dell'AICAA e con il punto di fusione superiore ai 1000°C, Compact Pro rientra fra i materiali classe A1: non è combustibile, non sviluppa fumo e non gocciola durante l'incendio. 2) Il pannello permette di migliorare l'indice di fonoisolamento di un muro in laterizio fino a 12 dB: con 175 mm di laterizio + 200 mm di isolante la percezione è di 20 db contro i 32db con un EPS. 3) La conduttività termica  $\lambda_0 = 0.034$  W/(mK) – si mantiene invariata per decenni garantendo prestazioni costanti per l'intera durata di vita della coibentazione termica esterna. 4) La dilatazione termica di soli 0.3 mm/m – contro i 3.1 di EPS  $\lambda_0 = 0.038$  W/(mK) e i 2.2 di PIR  $\lambda_0 = 0.024$  W/(mK) – garantisce un'indeformabilità quasi del 100%. 5) Con un coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo pari a 1 – come l'aria – è totalmente aperto alla diffusione del vapore e permette di ottenere un clima interno gradevole. 6) Il ciclo di vita del prodotto, che prevede l'uso responsabile delle risorse, riduce l'impatto sull'ambiente e rende il prodotto totalmente riciclabile.



## SICUREZZA ANTINCENDIO A 360 GRADI [new.siemens.com/ch](http://new.siemens.com/ch)

Sinteso è un sistema completo per un rapido ed efficace rilevamento e controllo degli incendi e per la gestione degli allarmi.

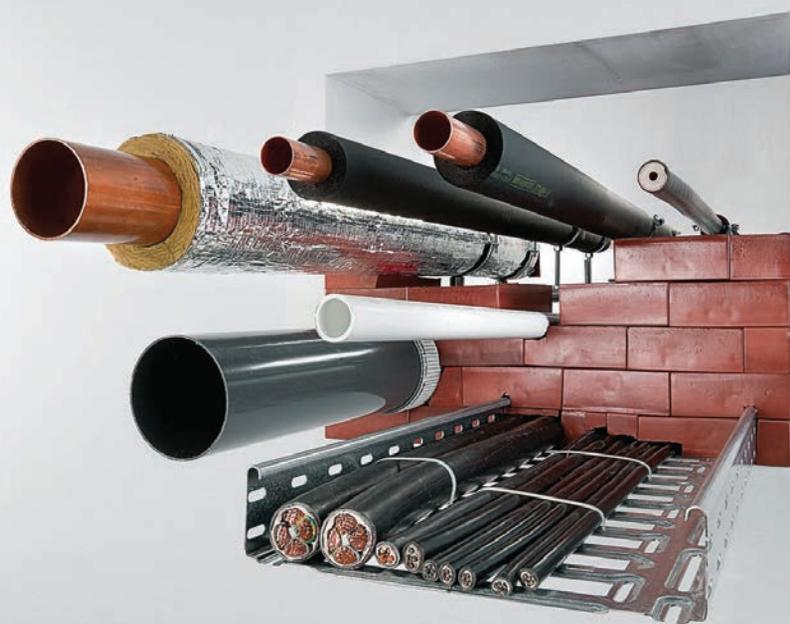
Nato per proteggere beni e persone e prevenire arresti di produzione, Sinteso offre soluzioni flessibili, scalabili e versatili. Disponibile in una gamma completa di dispositivi FDnet, è un sistema di rilevazione incendi preciso, rapido nelle notifiche e affidabile, basato su una piattaforma tecnologica condivisa, progettata per un facile ampliamento futuro. La possibilità di operare in rete, l'interoperabilità integrata con i prodotti preesistenti e un sistema modulare con componenti integrabili tra loro e in continuo sviluppo permettono flessibilità nella pianificazione, efficace comunicazione con la centrale e semplicità di gestione. Tra i componenti vi è il pannello di controllo di facile utilizzo, gestibile localmente e da remoto; due tipi di rilevatori antincendio S-Line con ASATechnology e C-Line con algoritmi di rilevamento (DA) dotati di rilevatore ottico, termico e combinato e, per S-Line, anche di un dispositivo multisensoriale per il rilevamento di fumo, calore e monossido di carbonio. A essi sono integrati i dispositivi di allarme per la segnalazione acustica e visiva del segnale di pericolo. Vi è inoltre il videocontrollore che consente di valutare la situazione sulla base di immagini in diretta provenienti da una telecamera di sorveglianza.



## PROTEZIONE AL FUOCO PER CAVI E CONDOTTE IN RISPARMI O GRANDI APERTURE hilti.ch

I mattoni antifluoco CFS-BL permettono una sigillatura temporanea o permanente – resistente al fumo e al fuoco fino a EI 120 – intorno a condotte e fasci di cavi in parete e solai di spessore minimo 100, rispettivamente 150 mm.

Ideale per le compartimentazioni di impianti elettrici, è possibile utilizzare i mattoni in abbinamento a un mastice o una schiuma antifluoco come riempitivo, dove vi sia una particolare irregolarità dell'apertura, evitando la verniciatura antifluoco dei cavi. I blocchi sono preformati, pronti all'uso e di facile ed economica installazione: il taglio dei mattoni avviene direttamente in cantiere tramite un coltello e non sono necessari utensili elettrici. La forometria massima è di 1000 x 1000 mm e la profondità della sigillatura di attraversamento deve essere sempre di 200 mm indipendentemente dallo spessore della parete o del solaio.



## SULLE ORME DI GUGLIELMO TELL

lift.ch

La nuova area di servizio San Gottardo Sud di Schattdorf è l'ultima fermata prima della lunga traversata in galleria: ai viaggiatori offre accoglienza, luce, natura e un servizio di mobilità verticale garantita da due ascensori AS.

Sullo sfondo della Reuss l'arioso fabbricato in legno chiaro è distribuito su due piani e accoglie i viaggiatori in transito. La mobilità verticale è garantita da due ascensori AS: un montacarichi riservato al personale di cucina e servizio e l'impianto per persone – modello Magic con pareti in acciaio inox opacizzato e accessi su due lati adiacenti – per i clienti dell'area di servizio. Il prodotto è stato personalizzato per soddisfare tutte le esigenze richieste: dallo speciale quadro di comando alla finitura delle pareti della cabina. La parte più delicata è stata il rispetto delle tempistiche, gestite secondo il cronoprogramma nonostante la richiesta di modifiche a breve termine o operazioni speciali.



## IGIENE SENZA COMPROMESSI

laufen.ch

Il nuovo essenziale WC con doccia di Keramik Laufen coniuga design compatto, funzioni intuitive e prezzo vantaggioso.

Dalle linee classiche e puriste, Cleanet Navia presenta un competitivo rapporto qualità/prezzo grazie alla completa integrazione dei dispositivi nel corpo in ceramica. Se pure i componenti sono ridotti all'essenziale, particolare cura è stata posta in comfort e igiene. Cleanet Navia eroga 3,5 litri di acqua al minuto in un abbondante getto e, quando non è in funzione, la testina della doccia è protetta nella ceramica dietro una mascherina e viene risciacquata abbondantemente prima e dopo ogni uso. L'ugello e la mascherina possono essere agevolmente puliti o all'occorrenza completamente sostituiti. La funzione doccia è attivabile e regolabile manualmente tramite la manopola disposta sul vaso o tramite l'app per smartphone. La ceramica, priva di giunture e con un trattamento superficiale LCC repellente allo sporco, garantisce una facile pulizia mentre la funzione di decalcificazione integrata rimuove regolarmente il calcare dalle condutture interne. Il prodotto è inoltre dotato di una barriera fonoisolante che riduce la trasmissione dei rumori alla parete e di un sistema di montaggio nascosto eseguito tramite una piastra di collegamento compatibile con tutte le comuni cassette di sciacquo.



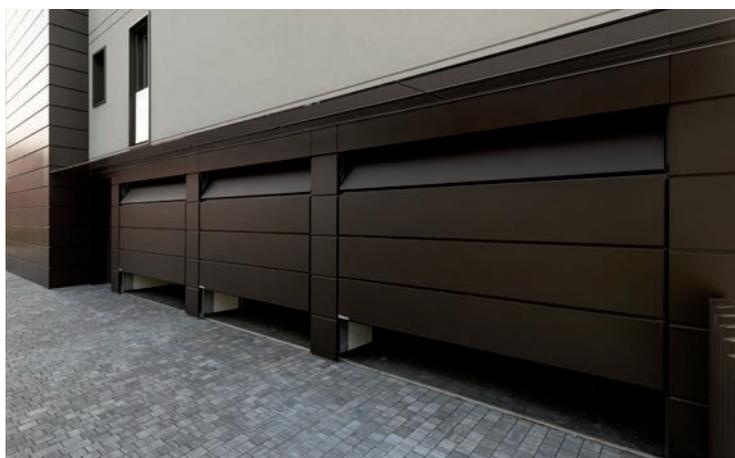
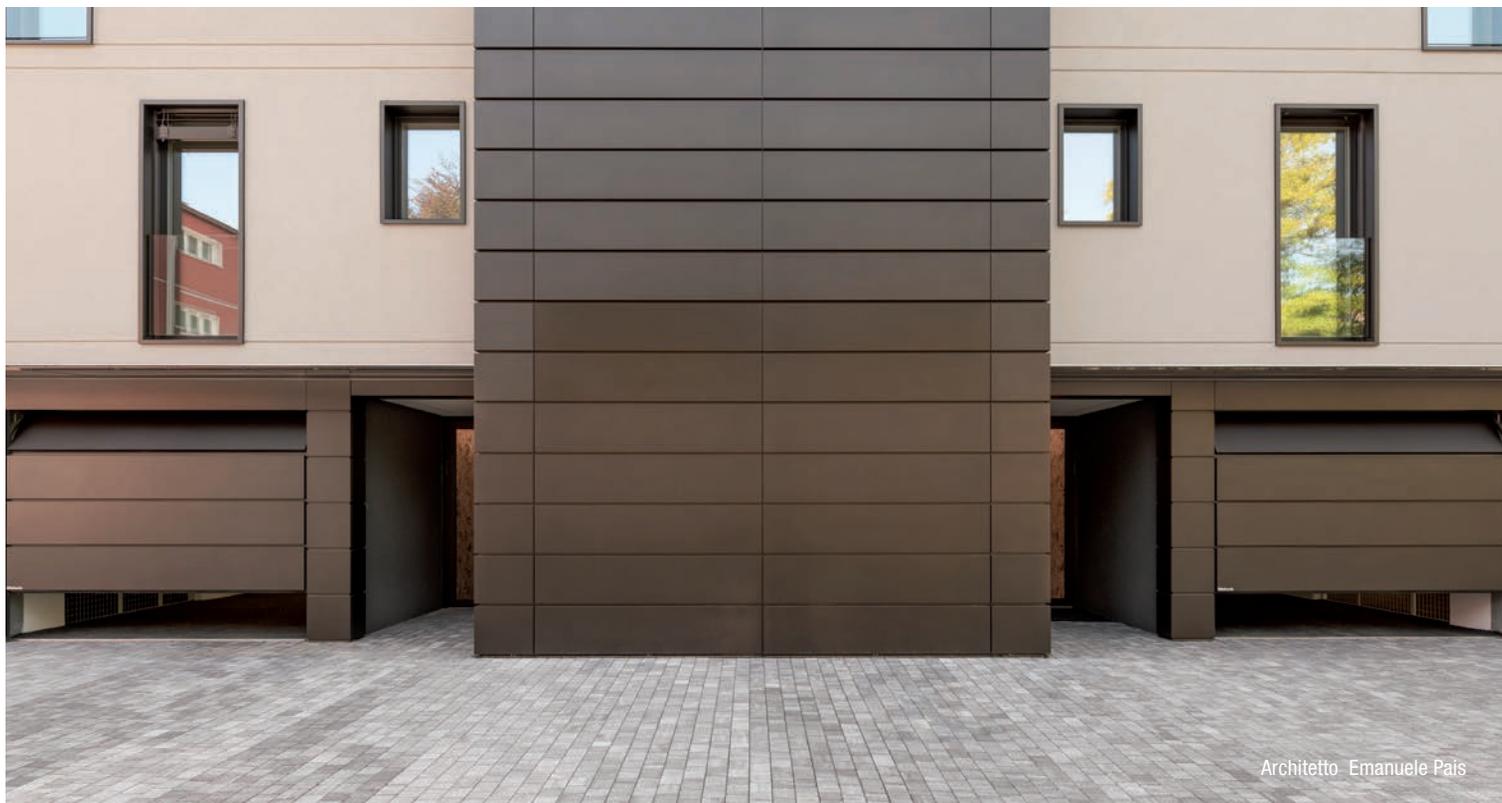
## RISANAMENTI ENERGETICI: UN'OPPORTUNITÀ PER L'EDILIZIA SVIZZERA

wirz.ch

Il *Programma Edifici* di Confederazione e Cantoni sostiene con sovvenzioni i proprietari che intendono risanare il profilo energetico del proprio immobile.

Il Programma, avviato nel 2010, incentiva in tutta la Svizzera il risanamento energetico di edifici e gli investimenti nelle energie rinnovabili, il recupero del calore residuo e l'ottimizzazione dell'impiantistica, fornendo un contributo importante al conseguimento degli obiettivi nazionali in materia di clima. Secondo le stime della Confederazione oltre un milione di edifici in Svizzera ha urgente bisogno di un risanamento energetico e per questo il Programma Edifici ha approvato quasi 390 milioni di franchi di investimenti supplementari che incidono positivamente sul valore degli immobili e sull'occupazione.





## “Fare l'ordinario in modo straordinario”

*Santa Caterina da Siena*

### L'armonia di un condominio:

- porte garage sezionali complanari;
- facciata ventilata;
- pensilina in vetro integrata con illuminazione a led.

### Visione

L'architetto desiderava per questa residenza pluri-familiare l'armonia di colori e forme, era indispensabile amalgamare al meglio l'accesso principale, il corpo scale verticale, le porte garage accessibili

tramite una copertura sull'intera lunghezza dell'immobile. In fase di progettazione il nostro team ha trovato la soluzione che è senz'altro quella più consona all'idea dell'architetto. Abbiamo disegnato e predisposto una facciata ventilata che ha ricoperto il vano scale, includendo le porte sezionali che grazie ad un innovativo dettaglio sono complanari. Nella sottostruttura della facciata ventilata abbiamo pure integrato dei fissaggi affinché la pensilina esterna in vetro apparisse leggera.

Il risultato è stata la percezione di una lama di vetro che si arricchia nella notte di un taglio a led. Per non tralasciare alcun dettaglio, si è studiato un colore adatto alla residenza e che soprattutto, nel corso della giornata, regalasse dei giochi di luce.

Ringraziamo chi ci dà l'opportunità di sperimentare ed esprimerci al meglio, ciò accade quando committenti e studi d'architettura credono in noi.



# lifetech

6934 Bioggio | T. +41 (0)91 612 21 80  
info@lifetech.swiss | lifetech.swiss

# Wanted: le migliori opere di ingegneria

Il terzo volume di Opere di ingegneria svizzera raccoglierà le migliori opere realizzate da studi di ingegneria svizzeri tra 2019 e 2020.

Per la maggior parte degli ingegneri non è uso sfoggiare i propri lavori, ma oggi è più importante che mai far conoscere le conquiste della disciplina. Le associazioni di progettisti SIA e usic, che hanno commissionato il libro, lottano sul piano politico per onorari corretti. Spetta ai singoli studi difendere il valore aggiunto rappresentato dal loro lavoro sul piano sociale. La collezione di opere andrà a illustrare la varietà, le aspirazioni qualitative e il fascino dell'ingegneria – un segno di orgoglio professionale di cui beneficerà sia il pubblico, sia il settore stesso. Inviare la vostra proposta a: [redaktion@tec21.ch](mailto:redaktion@tec21.ch).

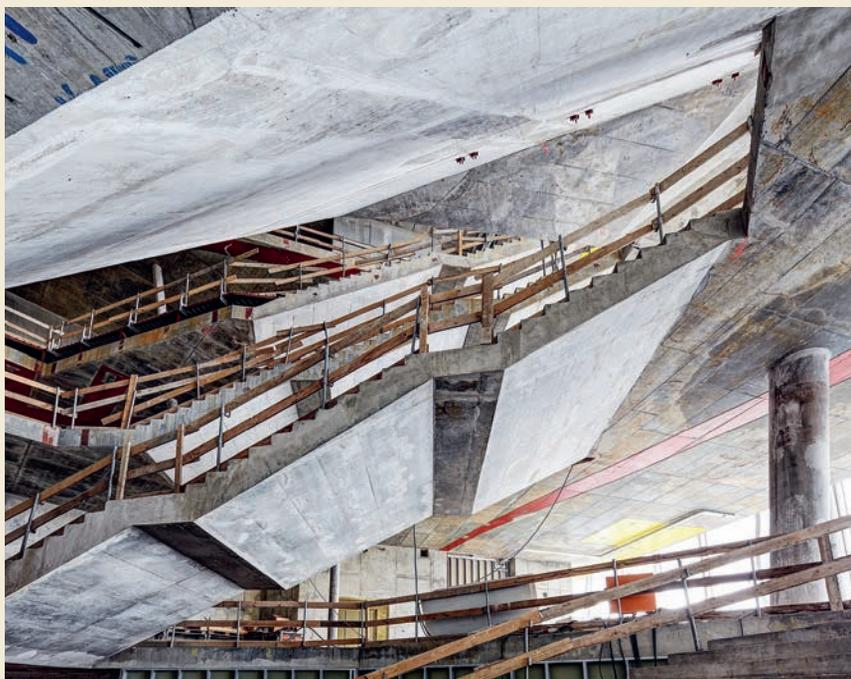


Foto Michael Fritschi, Foto-Werk



Info supplementari:  
[espazium.ch/it/attualita/wanted-le-migliori-opere-di-ingegneria](http://espazium.ch/it/attualita/wanted-le-migliori-opere-di-ingegneria)

# KALDEWEI



MEISTERSTÜCK CLASSIC DUO OVAL

[kaldewei.ch](http://kaldewei.ch)



## La banca che vi offre fondamenta finanziarie solide.

Abbiamo solide conoscenze nel settore immobiliare, proprio come in campo bancario. Approfittate delle nostre interessanti condizioni per le società edilizie e immobiliari. Visitate il nostro sito [bancamigros.ch/finanziamento-immobiliare](http://bancamigros.ch/finanziamento-immobiliare).

**BANCAMIGROS**

Contate su di noi.

# SBB/CFF/FFS

## Il design delle ferrovie svizzere in mostra a Zurigo

**Gabriele Neri**

Al grido di «Die Schweizerbahnen dem Schweizervolk!» – le ferrovie svizzere al popolo svizzero! – il referendum del 1898 sancì la nazionalizzazione delle tante linee private presenti nel paese, portando alla nascita ufficiale delle SBB nel 1902. Da allora, le Schweizerische Bundesbahnen hanno svolto, in senso materiale e figurato, un importante ruolo di legante tra i vari cantoni, superando divisioni orografiche, linguistiche e culturali. In questa missione, un ruolo fondamentale è stato assunto dal design, come si può apprezzare nella mostra in scena in questi mesi presso la sede storica del Museum für Gestaltung di Zurigo, trasformato in una specie di stazione ferroviaria.

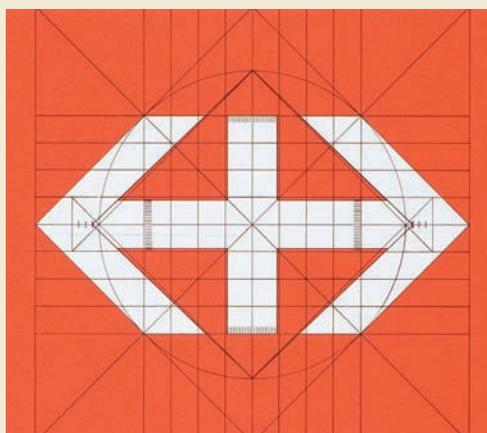
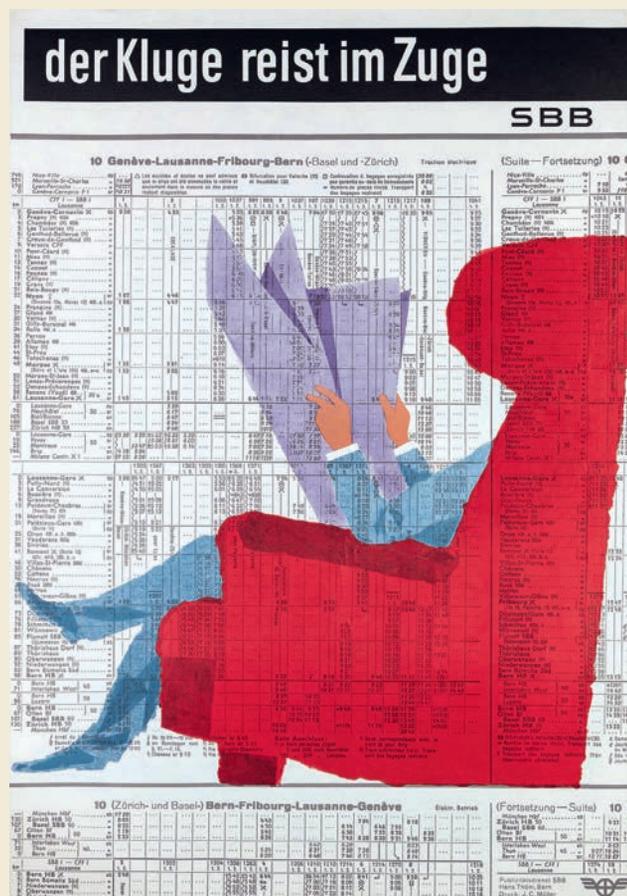
L'itinerario scelto da Andres Janser – il curatore – è molto eterogeneo, illustrando così gli svariati ambiti progettuali in cui le SBB si sono dovute cimentare, nonostante un nucleo importante sia dedicato – anche grazie alla ricca collezione del museo in questo campo – alla grafica in senso lato. Più che l'oggetto singolo, a interessare il visitatore della mostra dovrebbe essere infatti il programma di definizione della *visual identity* dell'azienda. Costruito a piccoli passi fin dall'inizio del secolo, tale programma subì una positiva svolta dagli anni Settanta in avanti, grazie al lavoro di Uli Huber (capo architetto), Markus Seger (capo della pubblicità) e Josef Müller-Brockmann. Quest'ultimo, tra le altre cose, era stato a capo della mitica rivista «Neue Graphik» con Richard Paul Lohse, Hans Neuburg e Carlo Vivarelli, punto di riferimento per

la scuola grafica svizzera. Huber indicò l'orizzonte in cui muoversi: era convinto che, diversamente dalle aziende private, le SBB dovessero avere un profilo visivo riservato, perché «modern heisst nicht modisch»: essere moderni non vuol dire essere alla moda.

Müller-Brockmann studiò allora un nuovo *Manuale per il design* delle SBB, che faceva tesoro delle molte esperienze coeve sul tema. Nel 1965, con un'esposizione al Design Centre di Londra, la British Rail aveva ad esempio presentato un innovativo Corporate Identity Manual, e qualcosa di simile fecero le ferrovie olandesi (con il manuale *Spoorstijl*, traducibile come «Stile ferroviario»), le ferrovie tedesche (1970) e danesi (1974). Questi passaggi, che collocano l'espe-

rienza svizzera in un'ottica internazionale, sono ben descritti nel saggio di Andres Janser, che introduce la ristampa del *Design Manual for the Swiss Federal Railways* di Josef Müller-Brockmann, pubblicata oggi da Lars Müller (222 pp., 45 Euro).

Oltre a mettere a punto la lunga serie di pittogrammi, icone, colori, caratteri tipografici e griglie grafiche che consentono al passeggero di orientarsi nella rete ferroviaria, Müller-Brockmann fu anche chiamato a perfezionare il logo delle SBB, ideato qualche anno prima da Hans Hartmann come una croce bianca (icona della Svizzera) con due frecce ai lati a suggerire il movimento. Tra i molti progetti degni di nota, spicca la decisione degli anni Ottanta di



- 1 «Il furbo viaggia in treno». Werner Belmont (testo) e Hans Thöni (grafica), poster delle ferrovie svizzere, 1958. Museum für Gestaltung Zürich, Poster Collection © SBB AG
- 2 Controllore con la tipica borsa rossa delle ferrovie svizzere, disegnata nel 1937, in una foto del 1964.
- 3 Josef Müller-Brockmann con Peter Spalinger, costruzione del logo delle ferrovie svizzere, 1980. © SBB AG e Museum für Gestaltung Zürich
- 4 Hans Hilfiker, orologio delle ferrovie svizzere, disegnato nel 1944 e modificato nel 1952 con l'aggiunta della lancetta rossa dei secondi. © SBB AG

stampare, sulla copertina dell'orario ferroviario cartaceo, un'opera d'arte diversa ogni sei mesi (scelta tramite concorso), invece di rigorose copertine monocrome. Poiché ne venivano stampate centinaia di migliaia di copie, tale pubblicazione divenne una piattaforma per la diffusione dell'arte contemporanea in Svizzera.

In mostra non c'è però soltanto la grafica, ma anzi una lunga successione di temi progettuali, illustrati da fotografie, modellini, disegni, oggetti reali e riproduzioni al vero. Ovviamente non manca il celebre orologio delle SBB, concepito nel 1944 dall'ingegnere zurighese Hans Hilfiker, e perfezionato qualche anno dopo. La nitidezza e l'ordine del quadrante, ben leggibile anche nella corsa trafelata verso un treno, fu infatti completata nel 1953 con la lancetta dei secondi, rossa come la bandiera nazionale e rassomigliante la paletta di un ferroviere. Non tutti sanno che la lancetta impiega solo 58 secondi per compiere il suo giro, fermandosi un po' di più alla partenza, in modo da fare partire i treni in preciso orario. Ma l'utilizzo dell'orologio di Hilfiker non è stato limitato alle stazioni: nel 1986 il gruppo Mondaine ne comprò i diritti per commercializzare anche oro-

logi da polso, che non solo in Svizzera molti indossano. Qualche anno fa, la sua essenzialità ha fatto breccia anche sui designer di Apple, che l'hanno copiato e inserito su Ipad e Iphone. Ne è derivata una diatriba legale, poi placata da un accordo a suon di milioni (si dice ventuno).

Con un salto di scala, la mostra mette poi l'accento sulle gigantesche infrastrutture che rendono possibile il traffico: dopo la prima guerra mondiale cominciò infatti l'elettrificazione della linea che caratterizza ancora oggi il volto del paese, con la sparizione delle locomotive a vapore (e relativo fumo) e la comparsa di piloni e fili lungo i binari, nonché di nuovi impianti idroelettrici per sostenere i consumi. Le fotografie di Georg Aerni documentano invece una piccola parte dei 6'000 ponti che uniscono la difficile orografia elvetica, dando forma a un rapporto tra natura e ingegneria caratteristico del paesaggio elvetico.

Passando attraverso uniformi dei ferrovieri, modelli di locomotive, cartelli di stazioni, manifesti, filmati e «pezzi» di treno (ci si può accomodare su veri sedili, oppure affacciarsi al bar di bordo), il visitatore si imbatte anche nella curiosa riproduzione in scala di un «Circarama», un sistema di proiezioni a 360 gradi con-



4

cepito da Walt Disney negli stati Uniti, che venne esposto nel celebre Expo di Losanna nel 1964 per illustrare la magia delle ferrovie svizzere. Completa il viaggio un approfondimento sulle prospettive future, in un paese che detiene – con 1.25 milioni di passeggeri – la più elevata densità di treni in Europa. Tra gli studi sul tavolo, il progetto «Cargo sous terrain» mira all'automazione del traffico merci in tunnel sotterranei entro il 2035.

#### SBB CFF FFS

Zurigo, Museum für Gestaltung  
fino al 5 gennaio 2020  
museum-gestaltung.ch

Alba®

## Lastre in gesso massiccio Alba® activ'air

Pareti e controsoffitti per spazi tutti da respirare.

Le sostanze inquinanti volatili, come la formaldeide, pregiudicano molto più di quanto comunemente risaputo la qualità degli edifici nuovi ed esistenti. È sperimentalmente dimostrato che le lastre da costruzione a secco Rigips® dotate della singolare tecnologia activ'air abbattano tali carichi inquinanti fino all'80 per cento in modo continuativo nel tempo. Con le nuove lastre in gesso massiccio Alba® activ'air creerete quindi ambienti fatti per respirare a pieni polmoni.



www.rigips.ch



Ulteriori informazioni



# Swissness.



Da piccola azienda lucernese a conduzione familiare a uno dei principali produttori di ascensori al mondo. Una straordinaria ascesa che Schindler deve soprattutto alla qualità svizzera che contraddistingue il proprio marchio. Da oltre 140 anni.

**We Elevate**



**Schindler**

# Le Alpi e la storia

**Roberto Leggero**

Docente-ricercatore AAM  
Laboratorio di Storia delle Alpi

Collocato presso l'Accademia di architettura di Mendrisio, il Laboratorio di Storia delle Alpi (LabiSAlp) è un istituto per la ricerca storica nato nel 2006 il cui scopo è quello di studiare lo spazio alpino sia autonomamente sia in collaborazione con altri enti scientifici. L'attuale coordinatore è lo storico ticinese Luigi Lorenzetti.

Il LabiSAlp nasce come naturale prosecuzione del precedente Istituto di Storia delle Alpi (ISAlp). Quest'ultimo era stato creato nel 2000 sotto gli auspici dell'Università della Svizzera italiana e dell'Associazione Internazionale per la Storia delle Alpi (AISA), ed era diretto dallo storico Jon Mathieu.

I ricercatori che operano all'interno del LabiSAlp analizzano il mondo alpino nella sua evoluzione storica considerando sia le dinamiche storiche interne alle Alpi, sia le interazioni e gli scambi con il mondo extra-alpino. Ciò significa studiare fenomeni quali il commercio, i mercati, l'agricoltura, l'industria, le infrastrutture, ma anche i cambiamenti di mentalità, le produzioni culturali, le religioni e le confessioni religiose, le rappresentazioni del mondo alpino, i processi demografici e insediativi e le dinamiche politiche e sociali.

Il LabiSAlp concorre alla ricerca competitiva e, in questi anni, ha sviluppato tre progetti di ricerca finanziati dal Fondo Nazionale, di cui uno ancora in corso. Il secondo tra questi, iniziato nel 2012 da Daniela Delmenico e ormai concluso, aveva per titolo *Le montagne negoziate. Turismo e regolazione territoriale nelle Alpi, 1870-1970*.

Il progetto ha analizzato, attraverso dei casi di studio, le interazioni tra le collettività locali coinvolte nell'attività turistica, e il territorio alpino tra 1870 e 1970. Proprio nel corso di questi cento anni, infatti, la pratica turistica è diventata un fenomeno di massa, modificando i modi di utilizzazione della montagna, ampliando la sua frequentazione e incrementando la domanda di spazi da destinare a residenze secondarie e ad appartamenti di vacanza per il soggiorno di un numero sempre crescente di villeggianti.

L'attuale progetto di ricerca – condotto da Matteo Tacca e da Marta Villa – verte intorno al tema: *Proprietà, risorse e sviluppo territoriale. I fondovalle nello spazio alpino, 1700-2000*. L'obiettivo è quello di analizzare in una prospet-

tiva di lunga durata la costruzione territoriale dei fondovalle alpini. Questi ultimi sono il prodotto del rapporto tra le forme di proprietà della terra e la valorizzazione delle risorse del territorio attraverso il loro uso e il loro commercio.

L'ipotesi è che, nel corso del tempo, vi sia stato uno slittamento dei fondovalle da una situazione di marginalità rispetto alle fasce altimetriche superiori a una fase in cui l'aumento del loro valore è andato di pari passo con il loro distacco dal territorio propriamente alpino. Il progetto cercherà di dare una risposta a questo interrogativo, analizzando in una prospettiva comparativa due aree alpine.

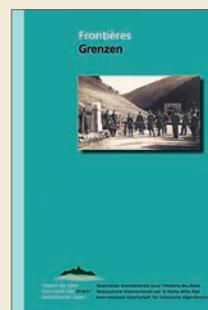
Un aspetto interessante della presenza del LabiSAlp a Mendrisio, in un territorio di frontiera linguistica, culturale, economica e politica, è il fatto che questa collocazione sottolinei la vocazione dell'istituto a promuovere la comunicazione e la collaborazione scientifica con singoli ricercatori, università e centri di ricerca storica di tutti i paesi che si affacciano sull'arco alpino e che siano interessati alla storia delle Alpi.

Il rapporto con l'Accademia di architettura consente al LabiSAlp di fornire un supporto agli studiosi che lavorano nell'ambito delle ricerche sul territorio, ma anche di dare un contributo alla formazione dei nuovi architetti che sia in linea con l'impostazione della facoltà. Quest'ultima, infatti, propone un modello didattico interdisciplinare che superi gli specialismi tradizionali e formi un architetto «umanista» e «generalista», adeguato ad affrontare la realtà moderna.

Infatti, oggi gli architetti sono chiamati a sviluppare competenze che consentano loro di cimentarsi anche nel riuso del patrimonio storico e nella riqualificazione del paesaggio e, in questa prospettiva, la conoscenza delle tecniche e dei problemi legati alla ricerca storica (uso delle fonti, della bibliografia, della cartografia storica ecc.), può rappresentare un valido aiuto.

I corsi di storia, tenuti dai docenti del LabiSAlp, forniscono perciò un contributo insieme informativo e metodologico agli studenti della facoltà.

Anche i convegni internazionali, i seminari, le giornate di studio e le presentazioni di volumi organizzate dal LabiSAlp tendono a un duplice obiettivo: ovvero presentare e discutere informazioni scientifiche aggiornate nei diversi settori della ricerca storica e, attraverso una scelta appropriata delle tematiche, incoraggiare anche la partecipazione, la collaborazione e lo scambio con le altre aree didattiche e disciplinari presenti in Accademia, con l'obiettivo di fornire materiali di riflessione originali ai futuri architetti.



**Histoire des Alpes - Storia delle Alpi - Geschichte der Alpen**, 23/2018, a cura di G. Barth-Scalmani, P. Kupper, A.-L. Head-König, Chronos, Zürich, 312 pp. ISBN: 978-3-0340-1461-8 ISSN: 1660-8070

A parte l'attività didattica, il LabiSAlp fornisce un ulteriore servizio all'Accademia attraverso la sua biblioteca plurilingue, specializzata nel campo della storia alpina. Attualmente la biblioteca consta di alcune migliaia di volumi ed è integrata sia nel catalogo della Biblioteca della Accademia di architettura sia nel Sistema Bibliotecario Ticinese.

Tra i materiali conservati dal LabiSAlp vi è anche il Fondo Bergier. Il Fondo consiste in sessanta scatole di estratti e documenti raccolti dallo storico Jean-François Bergier (1931-2009) e che, per sua esplicita volontà, sono stati donati al LabiSAlp. Anche questo importante lascito è disponibile attraverso un repertorio accessibile online dal sito della Biblioteca della Accademia di architettura.

Infine il LabiSAlp è sede della Associazione Internazionale per la Storia delle Alpi (AISA), fondata il 7 ottobre 1995 a Lucerna sotto gli auspici di una trentina di storici provenienti da sei paesi che condividono lo spazio alpino.

Oltre a svolgere la funzione di segreteria amministrativa per l'AISA, il LabiSAlp si occupa di tutta l'attività redazionale relativa alla pubblicazione della rivista «Histoire des Alpes», giunta ormai al ventesimo anno di vita.

«Histoires des Alpes» viene realizzata su supporto cartaceo e informatico, secondo i criteri più moderni e possiede alti standard scientifici garantiti da Scopus, uno dei più importanti database di lettura scientifica basata su *peer-review*. Tutti gli articoli pubblicati da «Histoires des Alpes», ad esclusione delle ultime tre annate, sono disponibili *on line*.

Infine, il LabiSAlp sostiene le attività di giovani ricercatori. Ogni due anni, infatti, viene emesso un bando rispondendo al quale studiosi non ancora strutturati e interessati ai temi alpini, hanno la possibilità di partecipare a incontri seminari in cui presentare e discutere le proprie ricerche. I lavori svolti nel corso dei due anni vengono poi pubblicati sia *on line* sia in forma cartacea nel periodico «Percorsi di ricerca».

**FASA - FONDERIE ET ATELIERS MECANIKES D'ARDON S.A.**

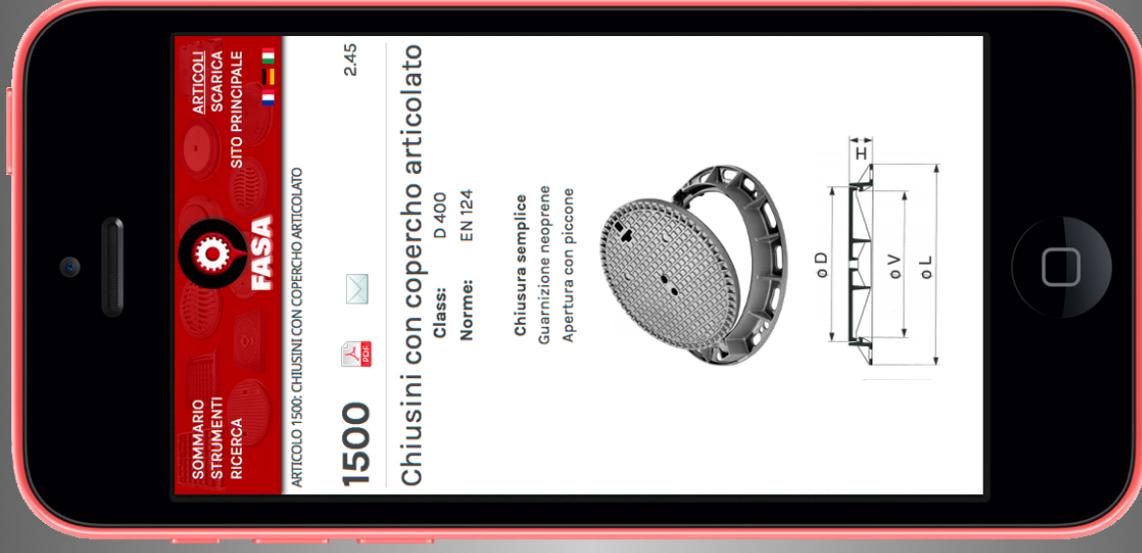
**FONTES DE VOIRIE  
BAUGUSS  
GHISA STRADALE**



**FASA**

**Sconto  
fino a**

**- 50%**



CH - 1957 Ardon

+41 27 305 30 30

+41 27 305 30 40

www.fasa.ch

fontevoirie@fasa.ch



www.usm.com



## The classic in a new light

USM Haller svela la sua rivoluzionaria illuminazione integrata:  
senza cavi, regolabile, ad efficienza energetica.  
Un'autentica innovazione – lasciati ispirare!



Tecnica e arredamenti per l'ufficio e l'industria

Dick & Figli SA, Via G. Buffi 10, 6900 Lugano  
Telefono 091 910 41 00, Telefax 091 910 41 09  
info@dickfigli.ch, www.dickfigli.ch

# L'ingegnere come «produttore»

**Mercedes Daguerre**

Seguendo un filone di ricerca che indaga aspetti particolari di alcuni esponenti dell'ingegneria contemporanea, *Archi* propone in questo numero uno sguardo sull'opera di Silvano Zorzi (1921-1994), uno dei protagonisti della fase finale di quel periodo d'oro della Scuola d'ingegneria italiana apertosi nel secondo dopoguerra e già in crisi a metà degli anni Sessanta. Laureato nel 1945 in ingegneria della costruzione al Politecnico di Losanna e in ingegneria idraulica a Padova, il suo profilo professionale è chiaramente segnato dalla formazione durante l'esilio svizzero nei «campi di internamento universitario» organizzati da Gustavo Colonnetti con il sostegno dell'ateneo romando.

Anni difficili in cui il giovane studente conoscerà la nuova tecnica del calcestruzzo precompresso ed entrerà in contatto con il *milieu* dell'ingegneria, dell'architettura e del design del secondo Novecento italiano (Aldo Favini, Vico Magistretti, Ernesto Nathan Rogers, Angelo Mangiarotti, solo per ricordare alcuni dei nomi emblematici di questa fortunata stagione). Una costellazione di saperi che si cimenta con la fondazione nel 1944 del Centro di Studi per l'Edilizia di Winterthur, rivolto ad approfondire i temi della ricostruzione incentrati sulla progettazione integrata per l'industrializzazione del settore. Zorzi rientra in Italia dopo la Liberazione: all'esperienza realizzata presso il Centro Studi per la Coazione Elastica di Torino segue negli anni Cinquanta l'apertura a Milano di un proprio studio di progettazione che, nel 1961, diventerà la IN.CO. Ingegneri Consulenti SpA.

Come documentano Barazzetta e Neri nelle prossime pagine, l'esperienza elvetica lascia tracce biografiche e professionali fondamentali nel suo *background*: «tali vicende mostrano il forte scambio culturale e scientifico che Zorzi fu in grado di mantenere tra l'Italia e quanto accadeva a nord delle Alpi, conducendo i propri lavori con ibridazioni di teorie e tecniche della progettazione avanzata, anticipando l'attuale epoca globale».

I suoi ponti – caratterizzati da una cifra di essenzialità e leggerezza della forma strutturale, sempre attenta all'inserimento del manufatto nel paesaggio o nel contesto urbano – fanno parte del tracciato della rete stradale che copre la penisola italiana negli anni del boom economico. Tuttavia, egli affronta anche le difficoltà degli anni successivi quando le condizioni produttive del Paese e della stessa ingegneria strutturale risultano radicalmente cambiate. È proprio in questo frangente che esprime uno spirito da grande innovatore che resiste all'omologazione.

Nonostante l'estinzione della figura classica dell'autore/progettista di grandi strutture, ormai rimpiazzato dal team polispecialistico e da sistemi costruttivi standardizzati, Iori osserva come «Zorzi riesce comunque a disegnare capolavori. Razionalizza il cantiere e lo *industrializza* senza rinunciare al getto in opera. Non ama la prefabbricazione in officina [...] immagina piuttosto un cantiere-macchina [...] che si muove seguendo l'avanzamento del ponte, attrezzato per consentire il getto monolitico», e quindi introduce la «centina autovarante» e il «carrellone scorrevole» per la progressiva costruzione a sbalzo dei viadotti.

In questo modo Zorzi sembra incarnare il prototipo dell'ingegnere/produttore che trasforma in senso tecnico l'apparato produttivo – come segnalano i curatori attingendo dal Benjamin dell'*Autore come produttore* (1934) – ma anche il professionista che, in sintonia con le considerazioni di Biraghi, superando il semplice gesto di ripetizione di un procedimento già dato, è invece capace di operare una svolta tramite un apporto innovativo. Zorzi si presenta dunque come un ingegnere *moderno* consapevole del suo ruolo e della sua collocazione nel sistema produttivo. Non stupisce infatti che la sua opera susciti ancora grande interesse tra i «costruttori di ponti» dei nostri giorni (come testimonia la lettura che ne dà Conzett nel suo saggio).

Nella sua impronta di *structural designer* si coglie un forte legame tra l'approccio interdisciplinare, retaggio degli studi elvetici, e una proficua contiguità con il gruppo milanese di architetti che negli anni Settanta porterà il design italiano al successo internazionale. Non a caso, nel 1950, in una puntuale collaborazione progettuale con Angelo Mangiarotti e Aldo Favini, emerge già chiaramente l'importanza dei contatti nati durante l'esilio: scoperte inedite che arricchiscono il dibattito e le conoscenze sull'opera dell'ingegnere padovano.

**«Confesso di essere sempre stato appassionatamente ansioso di conoscere e di inventare nuovi schemi strutturali e nuovi congegni costruttivi. Non ritengo che il progettista responsabile debba passivamente seguire la metodologia del momento; piuttosto egli deve anticiparne gli sviluppi, essere il protagonista delle innovazioni. [...] disporre di mentalità imprenditoriale, determinare i procedimenti costruttivi, conoscere le macchine coinvolte, sapere come sfruttarle nelle diversificate esigenze, essere in grado di prevenire costi e tempi di realizzazione dell'opera».**

Silvano Zorzi, 1981

## Le serate di *Archi*

venerdì 11 ottobre alle ore 11.00, presso il palazzo della Sopracenerina, Locarno.

*Archi* 4/2019, dedicata al tema «Prospettive di vita tra cura e progetto», sarà presentata a Locarno, in questo caso nella mattinata di venerdì 11 ottobre alle ore 11.00, presso il palazzo della Sopracenerina, in occasione dell'Incontro cantonale della persona anziana. L'evento è organizzato dall'Associazione Ticinese Terza Età ATTE, dall'Associazione Generazioni & Sinergie G&S e patrocinato dalla Fondazione Federico Ghisletta, promotrice dell'edizione 2019 del concorso «Abitare bene a tutte le età».

## Incontri in galleria

venerdì 18 ottobre alle ore 18:00 presso la Galleria Daniele Agostini, via Cattedrale 11, Lugano.

*Archi* organizza in collaborazione con Galleria Daniele Agostini, Buchmann Galerie e Galleria Allegra Ravizza un itinerario di visite guidate alla scoperta dell'arte e dell'architettura contemporanea. La serata si conclude con la presentazione del progetto del Museo Mecri di Minusio di Inches Geleta Architetti. Informazioni su [espazium.ch](http://espazium.ch)

Iscrizione obbligatoria  
RSVP [alice.manni@allegraravizza.com](mailto:alice.manni@allegraravizza.com)

## Der Ingenieur als «Produzent»

Mercedes Daguerre

In dieser Ausgabe gibt *Archi* Einblick in das Werk des italienischen Ingenieurs Silvano Zorzi (1921–1994) und setzt damit die Reihe der Porträts fort, mit der schlaglichtartig charakteristische Aspekte der Exponenten des zeitgenössischen Ingenieurwesens beleuchtet werden.

Silvano Zorzi war während der letzten Tage des goldenen Zeitalters einer der Protagonisten der sogenannten *Scuola italiana d'ingegneria*, einer wegweisenden Strömung im italienischen Ingenieurwesen. Sie nahm nach dem Zweiten Weltkrieg ihren Anfang und steckte bereits Mitte der 1960er-Jahre in der Krise. Zorzis berufliche Laufbahn war geprägt von seiner Ausbildung im Schweizer Exil, die er in einem *Campo universitario d'internamento per militari italiani in Svizzera* – organisiert von Gustavo Colonetti mit Unterstützung des französisch-schweizerischen Athenäums – absolvierte. 1945 macht er seinen Abschluss an der Polytechnischen Hochschule Lausanne in Hochbau sowie an der Universität von Padua in Wasserbau.

In diesen Jahren lernte der junge Student die neue Technik des Spannbetons kennen, tauchte in die Bereiche Technik, Architektur und Design ein und tauschte sich mit Personen wie Aldo Favini, Vico Magistretti, Ernesto Nathan Rogers oder Angelo Mangiarotti aus, um nur die bekanntesten Namen dieser spannenden Phase zu nennen: Sie transportierten eine geballte Ladung an Forschungsthemen und Know-how, das 1944 zur Gründung des Zentrums für Bau-forschung in Winterthur führte. Hier wurde an ganzheitlichen Entwurfs- und Bauprozessen mit Fokus auf die bevorstehende Industrialisierung des Bauwesens geforscht, um den italienischen Wiederaufbau voranzutreiben. Nach der Befreiung Italiens kehrte Zorzi in die Heimat zurück und eröffnete in den 1950er-Jahren, nachdem er Erfahrungen am *Centro di Studio sugli Stati di Coazione Elastica CNR* am Polytechnikum Turin gesammelt hatte, ein eigenes Büro in Mailand, das ab 1961 als IN.CO. Ingegneri Consulenti SpA firmierte.

Die Ausbildung in der Schweiz prägte Zorzis Berufs- und Lebensweg, wie Giulio Barazzetta und Gabriele Neri in ihrem Beitrag darlegen: «Diese Ereignisse zeigen den starken kulturellen und wissenschaftlichen Austausch, den Zorzi zwischen Italien und dem Umfeld nördlich der Alpen pflegte; seine Arbeiten fussten auf der Basis eines fortschrittlichen Planungsansatzes mit einer Mischung aus Theorie und Technik und nahm damit die heutige globalisierte Welt vorweg.»

Seine Brücken – unverwechselbar aufgrund ihrer Präzision und Leichtigkeit sowie der Einbettung in ihre Umgebung – sind fester Bestandteil des Strassennetzes, das Italien in den Jahren des Wirtschaftsbooms überzog. Zorzi stellte sich den Schwierigkeiten der folgenden Jahre, in denen sich Produktionsbedingungen und Konstruktionstechniken radikal änderten. Gerade hier zeigte er den Geist des Erneuerers, den er in sich trug, indem er sich der Vereinheitlichung widersetzte.

Trotz des Aussterbens der klassischen Figur des Ingenieurs als Autor grosser Bauwerke, der zunehmend durch ein Team von Spezialisten und standardisierte Bauprozesse verdrängt wird, stellt Tullia Iori fest: «Zorzi gelang es trotz allem, Meisterwerke zu entwerfen. Er rationalisierte und industrialisierte die Baustelle, ohne auf Betonschalungen vor Ort zu verzichten. Er mochte keine Vorfertigung in der Werkstatt, sondern zog es vor, sich die Baustelle als eine Maschine vorzustellen, die sich mit dem Bau der Brücke fortbewegt. Ihre Ausstattung sollte mithilfe eines (hängenden Gerüsts) und eines (Transportwagens) für einen progressiven Bau von Viadukten in Kragträgerbauweise einen monolithischen Betonguss ermöglichen».

Auf diese Weise scheint Zorzi den Prototyp des Ingenieurs, der gleichzeitig auch Hersteller ist, zu verkörpern: Er hat den Produktionsprozess technisch reformiert – wie die Kuratoren dieser Ausgabe unter Berufung auf Walter Benjamins «Der Autor als Produzent» (1934) hervorheben. Gleichzeitig verkörperte Zorzi aber auch den Spezialisten, der – so Marco Biraghis Überlegungen – die einfache Geste der Wiederholung eines bereits gegebenen Verfahrens überwand und stattdessen innovative Lösungen entwickelte. Zorzi präsentierte sich daher als durch und durch moderner Ingenieur, der sich seiner Rolle und seines Platzes im Produktionsprozess bewusst war. Es ist daher nicht verwunderlich, dass sein Werk auch heute noch grosses Interesse bei den «Brückenbauern» unserer Zeit weckt (wie das aus Jürg Conzett's Beitrag hervorgeht).

In seinem Selbstverständnis als Konstrukteur können wir eine starke Verbindung zwischen dem interdisziplinären Ansatz, der ein Vermächtnis des Schweizer Studienaufenthalts ist, und einer Mailänder Architektengruppe erkennen, die in den 1970er-Jahren das italienische Design zu internationalem Ansehen führte. Wenig überraschend trat bereits 1950 bei einer Zusammenarbeit mit Angelo Mangiarotti und Aldo Favini deutlich zutage, welche Bedeutung die im Exil geknüpften Kontakte für sein Werk haben: Solche und andere Entdeckungen bereichern die heutige Debatte und das Wissen über die Arbeit des Ingenieurs aus Padua.



# Per Silvano Zorzi

**Giulio Barazzetta\*, Gabriele Neri**

\*Architetto, professore di Composizione architettonica e urbana POLIMI

Questo numero di *Archi* è dedicato all'opera di Silvano Zorzi (1921-1994) e alla sua figura d'ingegnere progettista. Com'è noto, si tratta di uno dei maggiori strutturisti del XX secolo che ha operato in campo internazionale, dai suoi esordi nell'immediato secondo dopoguerra fino alla sua scomparsa.

Perché un numero su Silvano Zorzi? Innanzitutto perché le sue opere sono rappresentative di una radicale trasformazione che ha investito l'ingegneria delle strutture complesse ma, in una visione più ampia, i più svariati ambiti del nostro mondo e della nostra cultura. Dietro ai suoi straordinari viadotti c'è infatti la trasformazione dello spazio e del tempo della società di massa, da cui dipende un inedito rapporto con il paesaggio, la mobilità, il contesto urbano, le nostre abitudini. Rimando nel nostro ambito disciplinare, si può ricordare come quella vissuta da Zorzi sia una stagione in cui alla verifica statica attraverso il conteggio manuale si sostituisce la sua informatizzazione con i programmi di calcolo, ai modelli fisici di simulazione in laboratorio si sostituiscono i modelli virtuali di calcolo, e nelle opere si confronta l'iperstatica della «struttura per forma» con la precisione isostatica delle strutture precomprese. Un tempo nel quale ai brevetti d'autore subentra la collaborazione costante con l'industria delle costruzioni.

Le opere di Zorzi sono certamente ideazioni di una grande personalità, frutto della capacità di organizzare il lavoro collettivo di progettisti, ingegneri e architetti, tecnici e maestranze, imprenditori e committenti, ma anche della profonda integrazione di tutto questo con i sistemi industrializzati della costruzione. Questi sono progetti sempre alla ricerca di una concezione strutturale e costruttiva innovativa, prototipi di costruzioni non disgiunti dalla progettazione di architettura e paesaggio. Lo sono sin dal momento ineffabile dell'intuizione in cui cultura ed esperienza formano una miscela formidabile di simultaneità concettuale. Unica condizione che permette di condurre la molteplicità di simili imprese, di padroneggiare allo stesso tempo successione, pluralità e varietà di aspetti del lavoro con effetti differenti da incanalare all'unità della costruzione e infine all'opera in esercizio.

La sua figura di ingegnere *moderno* domina questo passaggio, se *moderno* è la *difficoltà attiva di seguire il mutare del tempo* accantonando grandi narrazioni, progettando permanenze nello spazio da cogliere nel tempo del passaggio lungo un itinerario, una pratica professionale in cui il *dominio del materiale artistico* è espresso dall'opera infrastrutturale che consumiamo nell'inconsapevole uso quotidiano.

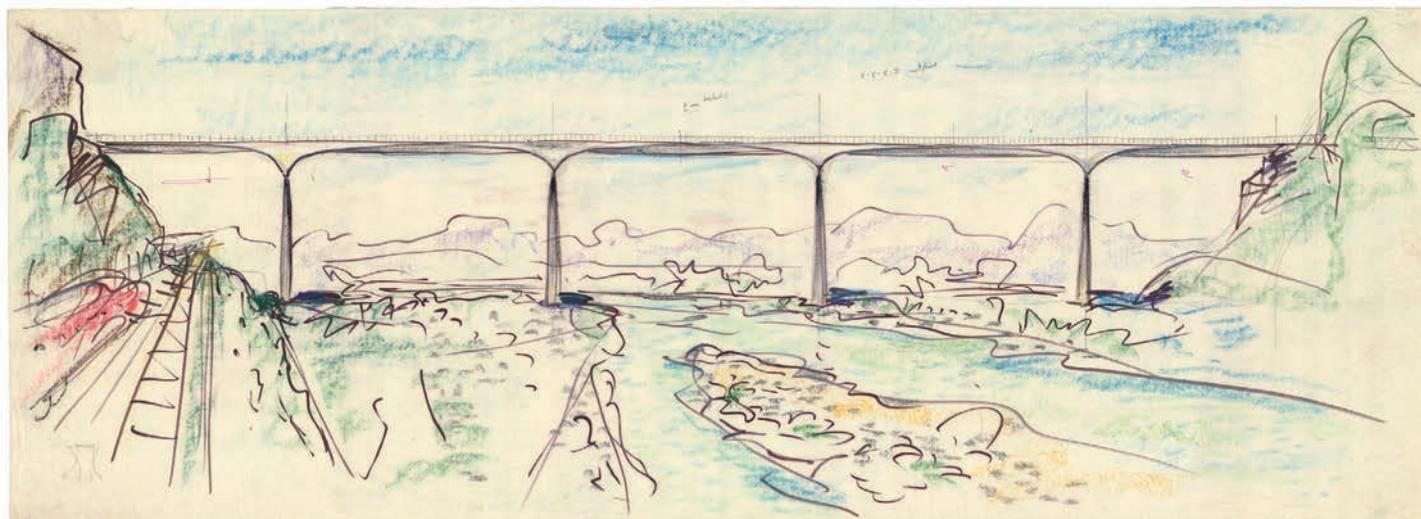
C'è però una seconda ragione per parlare di questo grande ingegnere italiano su una rivista elvetica. L'ingegneria di Zorzi ha un rilevante legame, in qualche modo un debito, con la Svizzera, poiché un momento fondamentale della sua formazione si svolse nel Campo Universitario di Losanna negli anni della guerra. Questa esperienza lasciò importanti tracce nel suo lavoro, per varie ragioni che cercheremo di delineare sinteticamente nel nostro testo. Tra queste, è interessante notare come i contatti professionali e scientifici che Zorzi instaurò dall'inizio degli

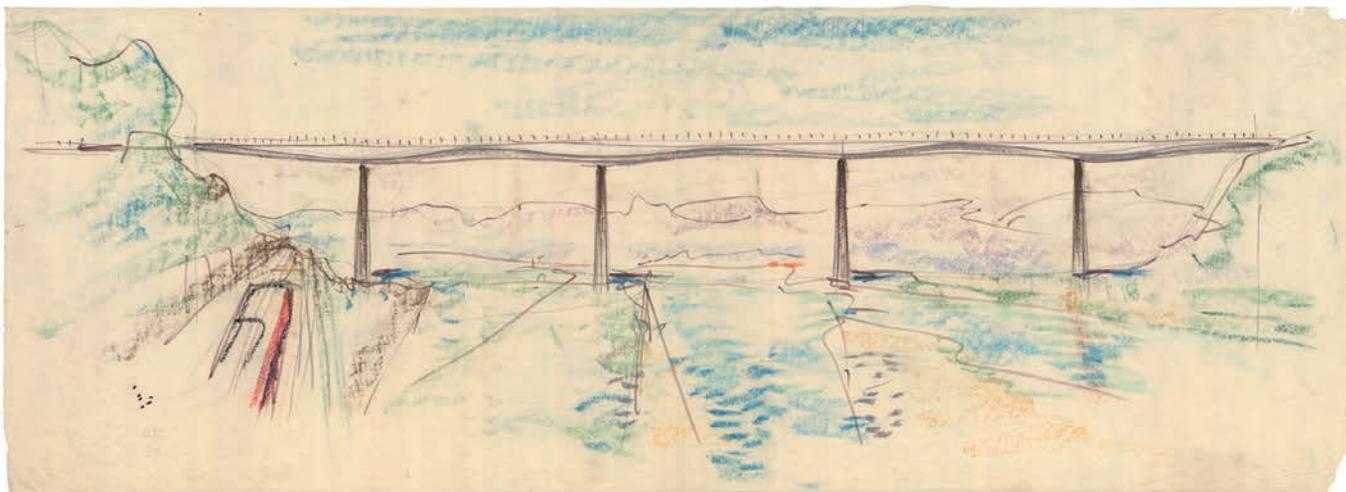
**1** Il viadotto sul Gorzexo a Voltri per l'autostrada Voltri-Alessandria, 1973-1978.

Foto Sergio Poretti. Fonte SIXXI - XX Century Structural Engineering: the Italian Contribution

**2** Angelo Mangiarotti con Aldo Favini e Silvano Zorzi, progetto di concorso per il viadotto di Sasso Marconi, 1950. Prospettiva, versione «a» con tre campate centrali. Fonte Fondazione Angelo Mangiarotti

**3** Angelo Mangiarotti con Aldo Favini e Silvano Zorzi, progetto di concorso per il viadotto di Sasso Marconi, 1950. Prospettiva, versione «b» con tre campate centrali. Fonte Fondazione Angelo Mangiarotti





anni Sessanta con l'azienda tedesca Dywidag, da cui presero forma alcune delle sue opere più interessanti, furono spesso mediati da André Bertoncini, ingegnere svizzero, figlio della coppia che lo ospitò a Losanna durante la guerra. Oltre a questa coincidenza biografica, tali vicende mostrano il forte scambio culturale e scientifico che Zorzi fu in grado di mantenere tra l'Italia e quanto accadeva a nord delle Alpi, conducendo i propri lavori con ibridazioni di teorie e tecniche della progettazione avanzata, anticipando l'attuale epoca globale.

Nello specifico, abbiamo deciso di comporre questo numero nel dialogo di due punti di vista: quello storico di Tullia Iori, nota studiosa dell'ingegneria strutturale italiana, che i lettori di *Archi* hanno già incontrato, e quello da progettista di ponti di Jürg Konzett, uno degli ingegneri svizzeri più rinomati, il quale «considera il proprio lavoro un'attività culturale non una semplice prestazione professionale», e la cui prospettiva può cercare di dare una nuova interpretazione all'opera di Zorzi.

A questi due importanti contributi si sommano le schede di quattro «opere scelte» che abbiamo selezionato come esempi più significativi dell'attività di Zorzi, redatte da Valeria Gozzi.

Infine il nostro contributo, scaturito dalla curatela di *Archi* 5/2019, che si innesta sull'interesse per la natura cosmopolita dell'esperienza di Zorzi: segnatamente per il permanere nel suo mestiere della radice seminale del periodo in Svizzera all'École Polytechnique di Losanna, che perdura nella sua esperienza internazionale di progettista. Per questo abbiamo deciso di pubblicarne la «dimostrazione» divulgando un importante progetto inedito degli esordi della sua carriera e la testimonianza dell'ing. André Bertoncini, osservatore della sua formazione a Losanna e teste del passaggio alla dimensione industriale della sua attività che ci ha permesso di indagare su questi legami.

### Ringraziamenti

Tra i fondamentali contributi a questo numero non possiamo che metter al primo posto i fondi archivistici di Silvano Zorzi e di Aldo Favini in essere presso gli Archivi Storici del Politecnico di Milano, con i loro donatori: Alessandra Brustolon e la Fondazione Aldo Favini. Ma gran parte del lavoro d'indagine è stata condotta con Edoardo Nava Mangiarotti e Yves Ambroset che stanno curando l'ordinamento dell'Archivio dello Studio Angelo Mangiarotti, fra non molto destinato a divenire una Fondazione dedicata; a loro si deve la pazienza e la cura nella apertura di cartelle non ancora classificate che ci hanno portato alla certezza della pubblicazione del progetto inedito per Sasso Marconi.

Fra i fondamentali contributi alla discussione ricordiamo quelli di Mario Alberto Chiorino e di Tullia Iori. Naturalmente indimenticabile è la tesi di dottorato di Irene Blandino e il dialogo/intervista con André Bertoncini. Infine non possiamo omettere fra questi la gentile disponibilità e l'interesse di Angela Windholz, responsabile della Biblioteca dell'Accademia di architettura di Mendrisio, a cui dobbiamo non solo la pubblicazione di immagini del suo fondo Silvano Zorzi, ma l'incontro e l'apertura del dialogo con Jürg Konzett che ha portato infine al suo contributo.

Difficile è in questa sede ricordare tutti gli apporti raccolti e che ci hanno di volta in volta spinto a nuove ricerche e riflessioni. Riteniamo perciò di doverli includere in un grande ringraziamento generale a tutti i ricercatori, ingegneri e architetti coinvolti nella discussione sul tema della progettazione di ingegneria e architettura negli ultimi anni.

### Für Silvano Zorzi

Diese Ausgabe von *Archi* ist dem Werk Silvano Zorzis (1921–1994) gewidmet, eines der grössten italienischen Ingenieure des 20. Jahrhunderts. Warum ein ganzes Heft über Silvano Zorzi? Erstens, weil seine Werke beispielhaft für eine radikale Änderung stehen, die das Ingenieurwesen im Besonderen und die unterschiedlichsten Bereiche unserer Welt und unserer Kultur im Allgemeinen erfasst haben. Es gibt aber noch einen zweiten Grund, in einer helvetischen Zeitschrift über diesen grossartigen italienischen Ingenieur zu sprechen: Zwischen der Ingenieurskunst Zorzis und der Schweiz besteht eine wichtige Verbindung. Während des Zweiten Weltkriegs absolvierte er einen wichtigen Teil seiner Ausbildung in Lausanne. Diese Erfahrung prägte nicht nur seine gesamte Arbeit. Er pflegte auch ein Leben lang enge berufliche und wissenschaftliche Beziehungen nördlich der Alpen. *Archi* eröffnet diese Ausgabe mit zwei unterschiedlichen Standpunkten: Tullia Iori, eine bekannte Wissenschaftlerin des italienischen Ingenieurwesens, berichtet aus einer historischen Perspektive, während Jürg Konzett, einer der renommiertesten Schweizer Ingenieure in der heutigen Schweiz, eine Neuinterpretation des Werks von Zorzi wagt. Ein dritter Beitrag, verfasst von den Kuratoren dieses Hefts, zeichnet das Verhältnis zwischen Zorzi und der Schweiz nach, insbesondere die Zeit an der Polytechnischen Hochschule in Lausanne, die sein gesamtes Berufsleben prägte. Abschliessend dokumentiert Valeria Gozzi ausführlich vier berühmte Werke des Ingenieurs.

# Silvano Zorzi, designer strutturale

**Tullia Iori, Gianluca Capurso**

Storici dell'ingegneria, responsabile scientifico e ricercatore del progetto SIXXI presso l'Università degli studi di Roma Tor Vergata

Silvano Zorzi è stato uno dei protagonisti della Scuola italiana di ingegneria del Novecento, insieme a Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi e Sergio Musmeci.

Grande esperto di cemento armato precompresso, ha lasciato un patrimonio di ponti bellissimi, dal Nord al Sud dell'Italia: a Milano, a Genova, a Roma, a Napoli, dal Friuli alla punta estrema della Calabria e giù in Sicilia.

Nasce nel 1921: con Nervi corrono 30 anni e con Morandi quasi 20. E sono anni importanti: Zorzi opera solo nel secondo dopoguerra, partecipa attivamente alla ricostruzione, diventa famoso negli anni del boom. Quando arriva la crisi deve affrontarla: è ancora giovane e mentre gli altri due, più anziani, fanno valere le loro carriere all'estero, Zorzi è in Italia che trova un modo per continuare a progettare i suoi «capolavori postumi»: quelli realizzati quando l'ingegneria «Made in Italy» non è la più importante del mondo com'era stato negli anni del miracolo.

Capolavori realizzati in un mondo del lavoro in profondo cambiamento: all'inizio della sua carriera i cantieri sono pieni di operai, che vanno occupati in massa (le opere pubbliche servono anche per sconfiggere la disoccupazione) e che costano pochissimo. Sono gli operai che montano a mano le centine tubolari Innocenti, a cui si affida un cantiere senza macchine e senza attrezzature. Poi però, a partire dalla metà degli anni Sessanta, il costo del lavoro aumenta rapidamente: le rivendicazioni sindacali introducono finalmente la cassa edile, le ferie, le tutele in caso di malattia e infortuni, la giornata pagata anche se c'è maltempo e non si può lavorare, le 45 ore a settimana, gli straordinari non obbligatori. L'operaio non è più il costo più basso del cantiere: e per questo la costruzione in Italia, soprattutto delle grandi strutture, cambia: si rinnova, accettando l'industrializzazione.

Zorzi però non rinuncia mai all'identità della Scuola italiana, all'originalità del linguaggio delle strutture. La sua sarà un'industrializzazione «all'italiana», senza omologazione.

Se Nervi e Morandi si possono definire «artigiani» puri, che pensano alle loro strutture come grandi sculture alla scala del territorio, come oggetti unici e irripetibili, Zorzi invece è più simile a un «designer industriale». Lavora proprio come i progettisti che si dedicano a disegnare tavoli, sedie, lampade, librerie per la produzione industriale. E non è strano: perché un ponte è più simile a un tavolo che a una casa: è un oggetto d'uso, funzionale. E Zorzi è, a pieno titolo, un designer del Made in Italy, parte integrante di quel mitico gruppo che da Milano, a partire dagli anni Settanta, conquista i vertici mondiali in questo settore.

Designer che immaginano un prodotto funzionale senza rinunciare alla qualità della manifattura artigianale; riproducibile in serie, ma limitata; industriale, ma di fatto realizzato in fabbriche a gestione familiare, con attrezzature flessibili, capaci di riorganizzare il ciclo produttivo per adeguarsi ai nuovi prototipi.

Usando una metafora legata a un altro cavallo di battaglia del Made in Italy, che è la moda, Nervi e Morandi si possono definire sarti di *haute couture*, da atelier; e invece Zorzi uno stilista del *prêt-à-porter*, che non disegna più un capo unico, ma è proprio come i primi stilisti milanesi di inizio anni Settanta che sfilano con le loro piccole collezioni: uno stilista minimalista, se volessimo cercare una definizione per il suo stile.

L'inizio non è stato facile. Nel 1939 Zorzi si iscrive alla facoltà di ingegneria della sua città natale, a Padova, ma con lo scoppio della guerra è chiamato al servizio militare ed è costretto ad abbandonare gli studi. L'armistizio dell'8 settembre 1943 lo coglie sotto le armi, al Nord: pur di non collaborare con la Repubblica di Salò, e non rischiare di essere deportato in Germania, scappa, in Svizzera. È una fuga rocambolesca: cade in un precipizio, contrae una setticemia ma alla fine riesce a espatriare. E, in esilio, succede l'imprevedibile, l'evento che gli cambia la vita: incontra Gustavo Colonnetti, anche lui in esilio in Svizzera. Colonnetti, noto antifascista, è il professore di Scienza delle costruzioni del Politecnico di Torino, una personalità indiscussa dell'ingegneria italiana. Con la collaborazione dell'Università di Losanna, organizza i «campi di internamento universitari», in cui raccoglie giovani fuggiaschi, già studenti universitari. Li organizza in varie discipline e degli allievi ingegneri si occupa personalmente, tenendo corsi di meccanica delle costruzioni con particolare attenzione a una tecnica innovativa, che pochi al mondo conoscono: il cemento armato precompresso. Lo ha conosciuto in Francia, da Eugène Freys-

sinet prima della guerra, ha depositato già un brevetto, ha messo a punto un modello di calcolo: è convinto che sia la soluzione perfetta per «progettare e calcolare meglio».

Zorzi è in prima fila: e condivide le lezioni con giovani o futuri architetti, in seguito esponenti di eccellenza proprio del design milanese e che gli infondono la passione per il disegno degli oggetti d'uso: Vico Magistretti, Angelo Mangiarotti, ma anche i già laureati Ernesto Nathan Rogers, Aldo Favini e molti altri ancora. Quando Colonnetti viene riportato a Roma, ormai liberata, Zorzi completa gli esami in Svizzera, poi riconosciuti dall'Università di Padova ai fini della laurea, e viene subito assunto al Centro studi sugli stati di coazione elastica che Colonnetti, divenuto alla fine della guerra presidente del Cnr, ha istituito al Politecnico di Torino. Ma Zorzi non è un ricercatore da laboratorio e appena può si dedica a progettare ponti.

L'esperienza svizzera lo ha però plasmato per sempre: cemento armato precompresso e design resteranno gli elementi chiave del suo modo di pensare alle strutture.

Già nel 1950, in un piccolo ufficio tecnico, progetta uno dei primi ponti in cemento armato precompresso nel mondo, quello per il piano inclinato dell'impianto idroelettrico del Mucone in Calabria. Subito dopo apre uno studio di progettazione a suo nome, con sede a Milano, che nel 1961 diventerà la IN.CO., Ingegneri Consulenti.

L'occasione prestigiosa non tarda ad arrivare. Zorzi ha 35 anni quando vince l'appalto-concorso, con l'impresa Rizani, per il primo importante ponte dell'Autostrada del Sole, quello che scavalca il Po a Piacenza. Finito a marzo del 1959, è una struttura semplice: 16 travi di 75 metri di luce ciascuna, di cemento armato precompresso con il sistema BBRV (importato dalla Svizzera), semplicemente appoggiate sulle pile.

Pochi anni dopo, nel 1961, per completare il tracciato dell'Autosole, Zorzi progetta altri due ponti, entrambi sull'Arno, per l'impresa Astaldi, ben più complessi: per il primo, a Incisa, accosta due archi-portal in cemento armato precompresso, di 104 metri di luce; per l'altro, a Levane, sceglie il cemento armato ordinario per disegnare un sontuoso arco poligonale di 134 metri. Entrambi sono costruiti su spettacolari castelli di tubi Innocenti.

Con l'Autostrada del Sole finisce però in Italia la stagione dei grandi ponti ad arco: dopo il 1964 non se ne costruiscono quasi più. Le ragioni sono tante: la nuova normativa antisismica suggerisce di non usare strutture spingenti; le soprintendenze ai beni culturali considerano l'arco troppo ingombrante nel paesaggio; e poi montare la centina a mano è diventato troppo costoso, con l'aumento della paga degli operai. Si afferma così un nuovo tipo di viadotto, già diffuso in tutta Europa, che scavalca le vallate con tante pile vicine, altissime, collegate dalla travata rettilinea: è un segno più astratto, più invisibile, in alto nel cielo.

Zorzi per un po' continua a disegnare ponti particolari, unici: sull'autostrada Salerno-Reggio Calabria progetta il viadotto sullo Sfalassà, di 376 metri di luce: realizzato durante la breve stagione d'oro dell'acciaio in Italia, è un portale a puntoni inclinati, che vengono fatti ruotare durante il cantiere, con una operazione meccanica, in modo da rinunciare ai sostegni provvisori.

Poi anche lui si adegua al nuovo tipo di viadotto «lineare e slanciato», che non sembrerebbe lasciare molto spazio alla progettazione. E invece no: Zorzi riesce comunque a disegnare capolavori.

Razionalizza il cantiere e lo «industrializza» senza rinunciare al getto in opera. Non ama la prefabbricazione in officina, con travi preparate lontano e poi trasportate per chilometri. Immagina piuttosto un cantiere-macchina: una fabbrica che si muove, seguendo l'avanzamento del ponte,



1



2



3

**1** Il ponte G. Romita sull'Arno a Levane per l'Autostrada del Sole, 1962-1964.

Foto Sergio Poretti

**2** Il viadotto sul torrente Fichera a Polizzi Generosa, per l'Autostrada Palermo-Catania, 1970-1972. Foto Sergio Poretti

**3** Il ponte P. Nenni sul Tevere per la linea A della metropolitana di Roma, 1964-1973.

Foto Sergio Poretti

**4** Il ponte sul Tagliamento tra Pinzano e Radogna, 1967-1970. Foto Sergio Poretti

**5** Il viadotto sul Gorzexio a Voltri per l'autostrada Voltri-Alessandria, 1973-1978.

Foto Sergio Poretti

**6** Il viadotto sul Teccio a Cadibona per l'autostrada Torino-Savona, 1974. Foto Sergio Poretti

attrezzata per consentire il getto monolitico. Per questo introduce, tra i primi in Italia, due macchine speciali, importate dalla Germania ma adattate al cantiere italiano con la complicità della piccola impresa di Angelo Farsura, che solo poi diventerà la Cogefar.

Una è la «centina autovarante»: una piccola officina mobile, coperta da un tetto a falde, che si appoggia sulla testa dei piloni, costruiti prima, e che poi scivola avanzando da un pilone all'altro. Dentro c'è tutto quello che serve: la cassaforma per sagomare il cemento, le pompe per eseguire il getto in opera, gli strumenti per vibrare e compattare, manovrati da pochi operai che lavorano al coperto, in sicurezza.

L'attrezzatura mobile viaggia alla velocità di una campata a settimana (30-40 metri) e si lascia dietro, come una scia, l'impalcato, dalla sagoma staticamente perfetta: un nastro sottile e leggero che si genera in quota, in un cantiere senza ponteggi, senza ingombri a terra.

Diventa conveniente quando si ripetono decine di campate tutte uguali: per esempio nelle strade pensili, le «sopraelevate». Zorzi ne progetta tante, anche usando tecniche di costruzione più tradizionali: comincia con la tangenziale ovest di Milano, poi quella della Lanterna a Genova, nel porto di Sampierdarena; infine a Cosenza, a Trieste, a Napoli. Sopraelevate urbane frutto del sogno futurista di quegli anni di spostare il traffico in alto, e di lasciare sotto la città verde e senza macchine.

Poi le sopraelevate extraurbane, i lunghissimi viadotti da centinaia di campate per i quali la macchina «autovarante» è la soluzione: il viadotto dei Parchi, a est di Milano, oggi irrimediabile per via del raddoppio; ma anche il viadotto Fichera, lungo l'autostrada Palermo-Catania, in Sicilia: 199 campate uguali, che assecondano sinuosamente il percorso del fiume.

La strada pensile è come un portico: l'intradosso deve essere bello, perché si apprezza da sotto. Zorzi è molto abile: le pile sono snelle e sagomate, centrali alla piastra di impalcato che si apre a mensola, assottigliandosi sui bordi. Anche l'attacco tra la piastra e la pila non è mai banale ma prende la sagoma di un capitello stilizzato. Sono belle le sopraelevate di Zorzi ma, nell'incuria di questi tempi, assai difficili da riconoscere, tra le tante sciatte e senza autore realizzate negli anni successivi.

A Roma Zorzi non costruisce la sopraelevata, che invece è firmata da Fabrizio De Miranda, ma disegna con lo stesso criterio, insieme a Luigi Moretti, il ponte con cui la metropolitana scavalca il Tevere, nei pressi di piazza del Popolo, completato nel 1972: due pile biforcute, sottilissime, sostengono l'impalcato arrotondato, in omaggio alle curve barocche di Roma. Un gioiello dimenticato ma che ancora stupisce se osservato dai ponti vicini.

L'altra macchina che Zorzi porta in Italia è il carrello scorrevole per la costruzione «poco a poco». Serve sempre per costruire i viadotti, però a sbalzo, partendo dalla testa della pila: la macchina si sporge a mensola e consente di gettare in opera un concio dell'impalcato, lungo circa 4 metri. Per evitare di deformare il pilone, l'impalcato è realizzato simmetricamente, da tutte e due parti. Si avanza «poco a poco», appunto, con le due mensole che sporgono fino a toccare quelle in costruzione dal pilone vicino. Zorzi adotta questa attrezzatura per la prima volta nel 1967, in una serie di viadotti lungo l'autostrada Azzurra in Liguria, da Genova a Rapallo.

E poi nel ponte sul Tagliamento alla stretta di Pinzano, che sostituisce un precedente ponte pionieristico a tre arcate di cemento armato, inaugurato nel 1906 e distrutto da una piena nel 1966. Qui Zorzi disegna, per l'impresa Rizzani, un ponte a unica luce, di 163 metri: è un portale a tre cerniere,



4



5



6

in cemento armato precompresso, ma la costruzione avviene a sbalzo dalle sponde, una volta bloccate temporaneamente le cerniere con profondi tirafondi incastrati nella roccia: concio dopo concio le due mensole arrivano a toccarsi in chiave, senza inflettersi per l'effetto della precompressione provvisoria. La proporzione è perfetta; come si conviene alla

storia del luogo, oggetto di dura battaglia durante la prima guerra mondiale, il ponte è monumentale: la luce gigante e la grande altezza sull'acqua lo isolano dal rapporto con l'uomo ma al tempo stesso appare come un segno sottile, quasi magico, nel paesaggio fiabesco di acqua cristallina, fondale rosato e verde dolomitico.

Nel disegnare i ponti a pile altissime, Zorzi inventa anche una soluzione statica originale: anticipata nel 1963 per la passerella di Rezzato, nello stabilimento Italcementi, e messa a punto nei viadotti Gorzexio e Teccio in Liguria. Qui la sommità del pilone è svuotata: restano solo due lame parallele: sembra un diapason. Perché smaterializzare proprio il punto più delicato, in cui il pilone incontra l'impalcato? Ci sono almeno due buone ragioni.

Normalmente le pile sono disposte a interasse regolare, a quote diverse nelle vallate che scavalcano: quindi hanno altezze differenti e comportamenti statici differenti: una pila lunga e una pila tozza si comportano in modo diverso, hanno rigidità diverse. Se invece la fascia superiore di ogni pila viene disegnata identica, con una rigidità minore rispetto a quella inferiore, è come se il viadotto vero e proprio cominciasse a quella quota e la parte inferiore fosse solo una sorta di base. In pratica, Zorzi distribuisce meglio la sollecitazione su tutte le pile, che diventano staticamente equivalenti.

Ma non basta: le lame sottili delle pile/diapason sono capaci di assecondare le sollecitazioni orizzontali, quindi anche di assorbire le deformazioni termiche e le azioni di frenata. In questi viadotti non sono più necessari i giunti di dilatazione sull'impalcato, con risparmio economico e anche con sollievo degli automobilisti che non sobbalzano a ogni nodo.

Una soluzione statica funzionale ed esteticamente bellissima: la pila è trasparente in alto, l'impalcato sembra ancora più leggero: di nuovo, un oggetto di design in grande scala.

Nonostante i tentativi di Zorzi, alla metà degli anni Settanta l'ingegneria italiana entra in una crisi irreversibile: diventa sempre più difficile vincere gli appalti-concorso proponendo la soluzione tecnica migliore, più innovativa. Zorzi si lamenta spesso di questo nuovo clima. Continua a lavorare ostinatamente fino alla fine degli anni Ottanta, poi la salute lo abbandona e il 13 marzo 1994 muore, lasciando un patrimonio di opere di «design strutturale» a cui dovremmo oggi prestare un po' più di attenzione.

### Silvano Zorzi, Ingegnere e Designer

Die italienische Ingenieurstradition erreichte Mitte der 1960er-Jahre ihren Höhepunkt. Kurz danach versank sie in der Bedeutungslosigkeit. Ein Grund dafür waren fundamentale Änderungen in der industriellen Produktion und das plötzliche Abflauen des Wirtschaftsbooms. Die folgende Sparpolitik führte schliesslich in die Wirtschaftskrise der Siebzigerjahre. Eine weitere Ursache war ein tief gehender Wandel des gesamten Sektors des Ingenieurwesens. Der Anstieg der Arbeitskosten, das Aufkommen der Informationstechnologie, die Veränderungen in den Berechnungsmethoden sowie die fortschreitende Spezialisierung führten zur Verdrängung der klassischen Figur des Konstrukteurs grosser Bauwerke, der bis zur Industrialisierung des Landes durchaus noch existierte. Danach waren auch in Italien Brücken oder stützenlose Überdachungen nicht mehr das Werk eines einzelnen Protagonisten, sondern ein anonymes Produkt eines Teams von Experten auf der Basis standardisierter Bausysteme. Trotz ihres schnellen und unaufhaltsamen Niedergangs hinterlässt die italienische Ingenieurstradition eine Reihe «posthumer» Meisterwerke. Darunter die späten Werke Silvano Zorzis, eines der Protagonisten des Wiederaufbaus der bewegten Nachkriegszeit, und zugleich eines der wenigen, der sich dem Aussterben der Spezies des klassischen Ingenieurs widersetzte. Auf welche Weise? Er verweigerte sich der Nivellierung, die die Spezialisierung und Vorfertigung unweigerlich mit sich brachten; er erneuerte bestehende Konstruktionssysteme auf seinen italienischen Baustellen; er antwortete auf die Simplifizierung des Tragwerks, die sich aus den veränderten Produktionsbedingungen ergab, mit einem qualitätsvollen Entwurf, der sich durch eine geschickten Formgebung der Pfeiler, durch eine präzise Gestaltung des Trägerprofils oder durch die Silhouette der Deckplatten auszeichnete. Seine Herangehensweise hatte utopische Züge – und brachte einige Ingenieursbauten herausragender Qualität hervor. (1965)



Approfondimento  
[espazium.ch/archi5-19\\_iori\\_capurso](http://espazium.ch/archi5-19_iori_capurso)

### Bibliografia

- T. Iori, *L'ultimo ponte sul Tevere a Roma*, «Casabella», 739-740, dicembre 2005-gennaio 2006, pp. 20-25
- T. Iori, *L'Autostrada del Sole*, in A. Buccaro, G. Fabricatore, L.M. Papa (a cura di), *Storia dell'ingegneria*, Cuzzolin editore, Napoli 2006, vol. 2, pp. 1111-1120
- T. Iori, M. Ricci, *Il ponte sul Tagliamento tra Pinzano e Ragona nella storia dell'ingegneria italiana*, in S. D'Agostino (a cura di), *Storia dell'ingegneria*, Cuzzolin editore, Napoli 2010, vol. 2, pp. 967-978
- I. Blandino, *Le macchine per nastri sottili di rapido scorrimento. Alcune opere di Silvano Zorzi tra il 1960 e il 1972*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), SIXXI 1. *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2014, pp. 104-113
- T. Iori, S. Poretti, *Il linguaggio delle strutture*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), SIXXI 2. *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2015, pp. 7-23
- G. Capurso, F. Martire, *La crisi (in)visibile 1964-2001. Cronache italiane*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), SIXXI 3. *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2015, pp. 86-107
- T. Iori, S. Poretti, *Fotoromanzo SIXXI. Puntata 5. L'Autostrada del Sole*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), SIXXI 3. *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2015, pp. 108-155;
- G. Capurso, F. Martire, *Cantieri nel vuoto. Viadotti in cerca d'autore*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), SIXXI 4. *Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2015, pp. 98-115

# Alla ricerca di un'interpretazione

## Il progetto del ponte Guayllabamba di Silvano Zorzi

**Jürg Konzett\***

Ingegnere, dottore honoris causa USI

Negli anni Cinquanta del Novecento si svilupparono proposte per una nuova tipologia di ponti a nastro teso in calcestruzzo precompresso. In un certo senso il calcestruzzo precompresso è il materiale ideale per i ponti a nastro teso: le solette in calcestruzzo relativamente facili da realizzare servono contemporaneamente sia come carreggiata che come elemento precompresso rinforzato in trazione. Il calcestruzzo garantisce un buon comportamento in stato di servizio, i cavi di precompressione garantiscono la sicurezza portante. Grazie alla precompressione, il calcestruzzo del nastro teso rimane in compressione in stato di servizio.

I carichi di servizio non provocano nessuna (o solo minima) tensione di trazione con fessurazioni; essi riducono unicamente le transitorie tensioni di compressione. Il comportamento di deformazione e oscillazione del nastro teso è quindi determinato dal calcestruzzo massiccio e relativamente rigido, l'elasticità del cavo di precompressione gioca un ruolo secondario in questo stato di servizio.

Nel 1958 l'ingegnere Ulrich Finsterwalder presentò, insieme all'architetto Gerd Lohmer, il progetto di un ponte a nastro teso sul Bosforo.<sup>1</sup> Il nastro teso che correva in modo continuo attraverso tre campate era largo 20 m e con luci di 396 + 408 + 396 m. Sopra le pile, il nastro teso era supportato da grandi appoggi a mensola arrotondati superiormente, tra i quali la campata per il nastro teso vero e proprio era di 190 m. L'inflessione al centro raggiungeva 1.45 m, per un rapporto  $h/L = 1/130$ . Il nastro teso era composto da una soletta in cemento armato precompresso di spessore 30 cm. L'impalcato era armato con 2600 tiranti in barre di acciaio da precompressione St 60/90 di 26 mm di diametro, con una forza di trazione totale pari a 80'000 t.<sup>2</sup>

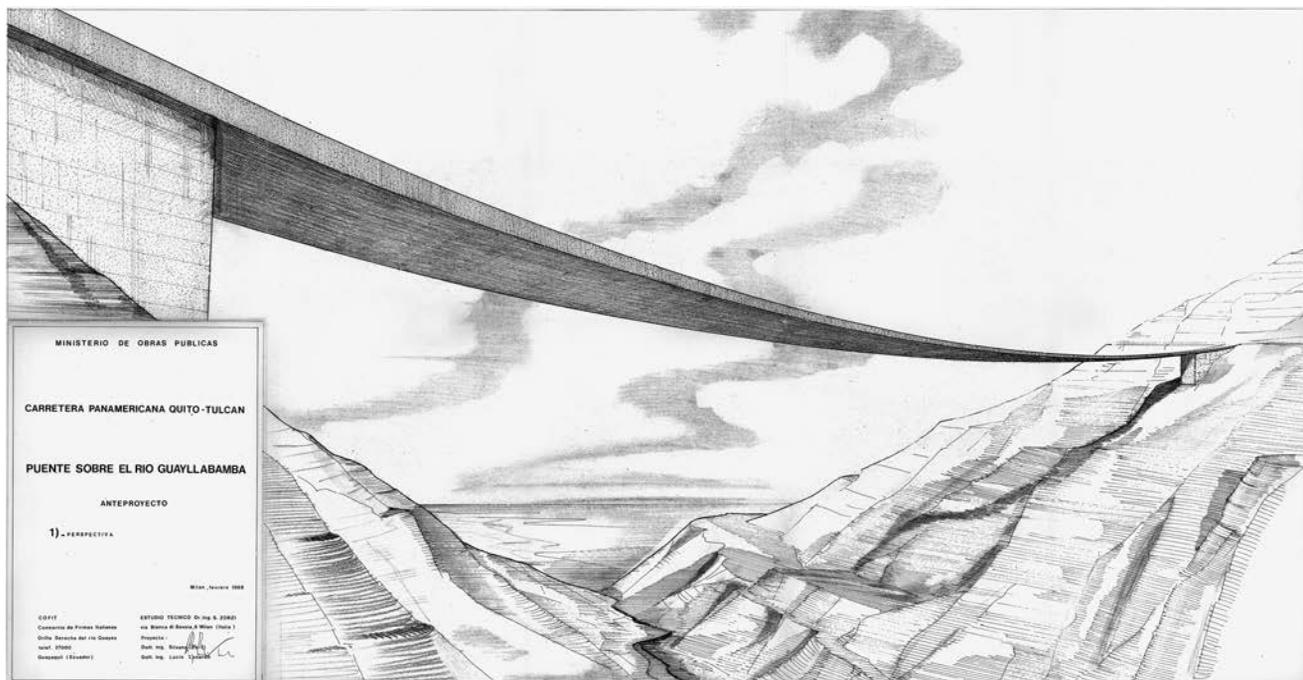
Nel 1961 Finsterwalder ottenne il terzo premio con una proposta di un ponte a nastro teso (ancora una volta con l'architetto Lohmer) nel concorso per il nuovo ponte dello zoo di Colonia.<sup>3</sup> Con una larghezza di 33 m, la campata libera del nastro teso avrebbe avuto una luce di 166 m, con un'inflessione di 1.75 m. ( $h/l = 1/95$ ). Il nastro teso sarebbe stato spesso solo 24 cm. Nella soletta della carreggiata erano posizionati su quattro file 2400 tiranti, con un diametro di 26 mm e una forza di trazione totale di 74'000 t.

Uno dei primi moderni ponti a nastro teso realizzati fu nel cementificio Wildegg nel Cantone Argovia.<sup>4</sup> Fu costruito nel 1964 dal pioniere del calcestruzzo armato precompresso Emil Schubiger ed era costituito da un nastro trasportatore con una campata di 216.40 m di luce. La sua inflessione era molto elevata per un ponte a nastro teso, con 14.70 m, che si traduce in  $1/15$  della luce. Dal momento che il ponte non era percorribile, la sua snellezza non era un problema. Il nastro era costituito da elementi prefabbricati in calcestruzzo di 25 cm di spessore; quattro cavi di precompressione, con una forza di precompressione iniziale pari a 290 t ciascuno, garantivano la sicurezza portante.

Un anno dopo l'ingegnere René Walther fu in grado di realizzare il sovrappasso pedonale di Bircherweid.<sup>5</sup> Esso rappresenta il primo ponte pedonale realizzato come ponte a nastro teso in cemento armato precompresso. Il ponte attraversa la strada nazionale A3 nei pressi di Pfäffikon (SZ) con un nastro teso precompresso di luce 40 m. Qui l'inflessione ammonta a 40 cm, che si traduce in un rapporto di  $1/100$  rispetto alla campata, mentre le forze di trazione sono assorbite da sei cavi di precompressione, con una forza di precompressione iniziale di 117 t ciascuno. Il ponte è largo 2.80 m e lo spessore della soletta varia tra i 12 cm e i 18 cm.<sup>6</sup>

Nello stesso periodo, l'ingegnere Leonel Vieira realizzò il Puente de la Barra de Maldonado in Uruguay, un ponte stradale nella forma di un ponte a nastro teso. Questo possiede una campata massima di 90 m. La sezione trasversale è una sezione cava a più celle con un'alta rigidità a flessione. I vantaggi della semplice produzione della soletta della carreggiata non trovarono applicazione nel caso di questo ponte.

Questo era lo stato della tecnica dei ponti a nastro teso, quando Silvano Zorzi presentò il suo progetto per il ponte di Guayllabamba in Ecuador.



### Il progetto del ponte Guayllabamba

Tra Quito e Tulban in Ecuador la strada transamericana supera il fiume Guayllabamba con un grande ponte. Per il superamento della valle, Silvano Zorzi lavorò a un progetto di un ponte a nastro teso fuori dall'ordinario. Le tavole di progetto sono datate febbraio 1968.

La soletta portante del ponte è larga 10.50 m, di cui 8.50 m rappresentano la carreggiata e 1.00 m su ciascun lato le banchine. L'impalcato del ponte è in generale una soletta di spessore 30 cm. Sulle banchine laterali la soletta è spessa 50 cm. Per la carreggiata è prevista una pavimentazione in asfalto colato di spessore 4 cm, mentre le banchine sono finite con cemento grezzo. Due barriere laterali di altezza 1.10 m servono come protezione anticaduta.

La campata del nastro teso tra le spalle del ponte è di 300 m. L'altezza del ponte a partire dal fondovalle è di circa 200 m. Le spalle del ponte sono costituite da due blocchi di 30 m di lunghezza ciascuno, sui quali si raccorda una sezione di ancoraggio degli elementi in tensione di 61.50 m di lunghezza.

L'ancoraggio è rappresentato da una struttura a piastra possente e quasi verticale di altezza 20 m e larga 25 m, incastrata nel terreno. Lungo il retro della struttura di ancoraggio corre un percorso di ispezione in tunnel.

La soletta del ponte sottoposta a trazione è posizionata su superfici di rotolamento presso i blocchi delle spalle. La campata varia per ogni deformazione del nastro teso, dal momento che il punto di contatto tra il nastro teso e le spalle del ponte si sposta: se il nastro teso si accorcia con basse temperature, si alza davanti alle spalle e aumenta quindi la sua campata, se si allunga, si appoggia su un tratto più lungo dei blocchi delle spalle del ponte. In questo caso i blocchi di appoggio sono dotati di cuscinetti in neoprene. Dietro queste superfici di rotolamento, il nastro teso conduce alla soletta di ancoraggio, in un ampio arco concavo, verso il basso, sotto la pavimentazione. Lungo questo tratto lo spessore del nastro teso aumenta sopra la spalla del ponte, da 30 cm fino a 1.00 m e sul successivo tratto di ancoraggio da 1.00 m fino a 2.00 m. Su questo tratto di ancoraggio anche la soletta si allarga da 10.50 m a 20.00 m. Tra le spalle e gli ancoraggi, la soletta del ponte è ricoperta da calcestruzzo magro.

Il profilo longitudinale è simmetrico. L'altezza della freccia del nastro teso ammonta a 6 m, il che significa che il

rapporto  $f/l$  corrisponde a  $1/50$ . L'inclinazione della carreggiata raggiunge l'8% in corrispondenza di entrambe le spalle del ponte.

La precompressione avviene in direzione longitudinale e trasversale. I cavi a trefoli della dimensione di  $1\frac{1}{8}$ " sono utilizzati come cavi di precompressione in entrambe le direzioni. Il diametro delle guaine di rivestimento ammonta a 7 cm, ogni tubo è costituito da tre trefoli di acciaio (contenenti 19 fili di diametro 5.96 mm) con una sezione trasversale di  $3 \cdot 531 = 1'593 \text{ mm}^2$ . Nella direzione trasversale i cavi di precompressione corrono come monofili a distanza di 75 cm e sono disposti centralmente, a metà della soletta. Nella direzione longitudinale la precompressione è costituita da 200 cavi, corrispondenti a una superficie di  $200 \cdot 1593 = 318'600 \text{ mm}^2$ . La resistenza a trazione dei cavi di precompressione ammonta a  $162 \text{ kg/mm}^2$ . Un monofilo viene pre-compresso con 58 t, un cavo a trefolo con 174 t.

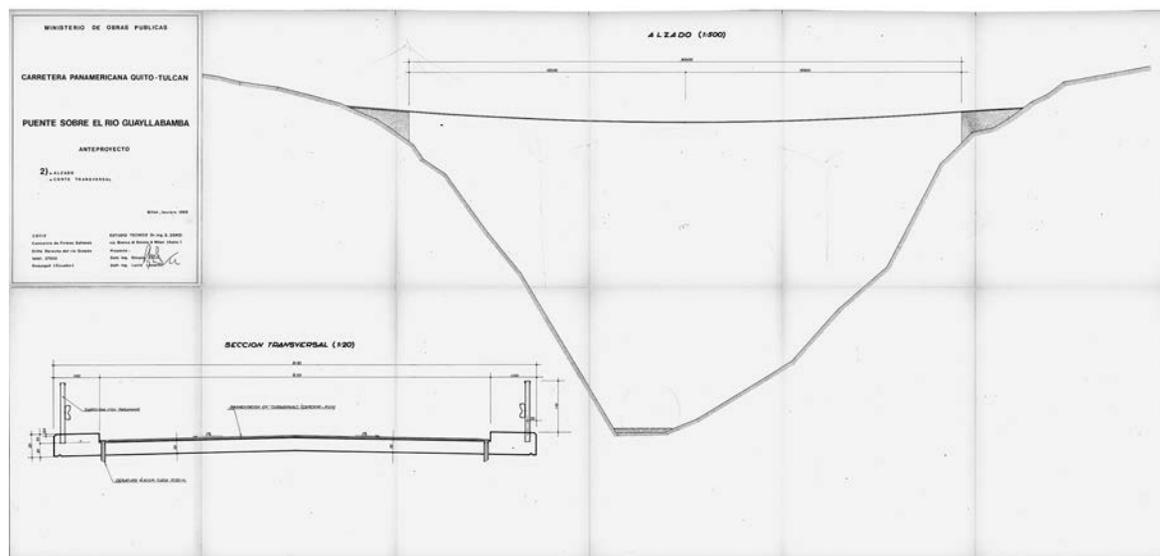
Il nastro teso è costituito da calcestruzzo ad alta resistenza con una resistenza a compressione cubica di  $500 \text{ kg/cm}^2$  dopo 28 giorni.

Esiste una relazione tecnica esaustiva («memoria tecnica y descriptiva») da parte di Silvano Zorzi con una descrizione del ponte e i relativi calcoli statici. Tuttavia, le considerazioni concettuali che hanno portato al presente progetto sono elencate solo in termini generali. Io quindi provo a ricostruire queste considerazioni nei tre capitoli seguenti.

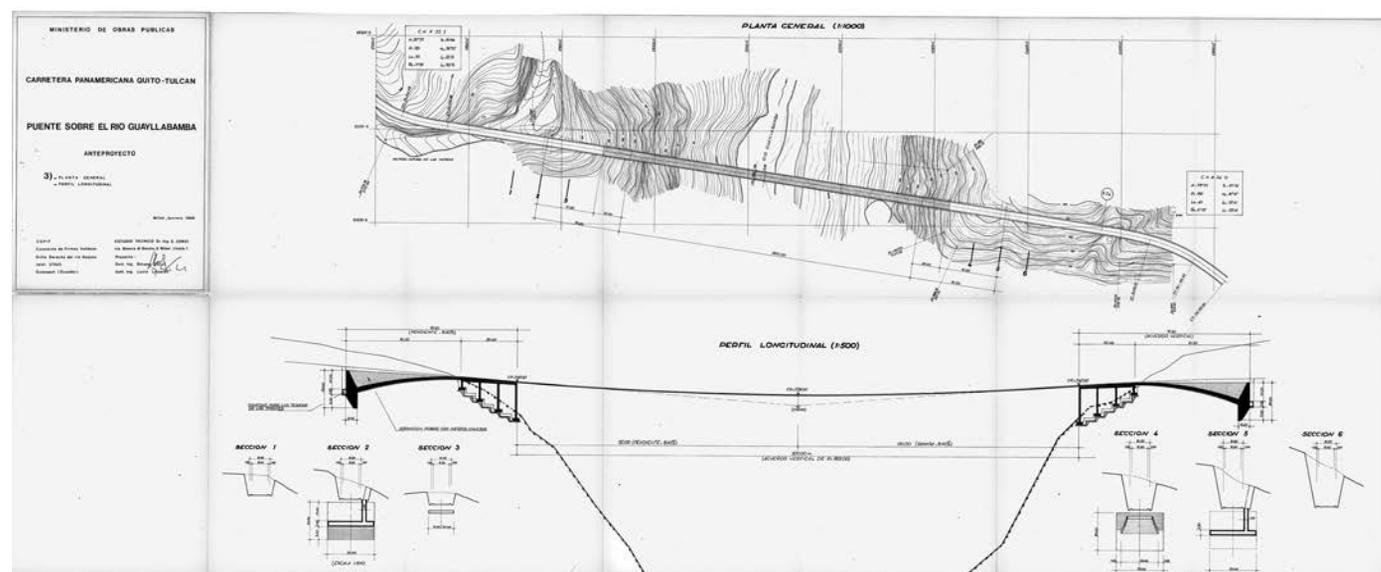
Come riferimento per il lavoro di Zorzi utilizzo le originali unità di misura della forza, come tonnellate e kilogrammi. Solo per alcuni miei calcoli uso il «Newton» che è oggi comune.

- 1 Silvano Zorzi: Progetto del ponte Guayllabamba, vista prospettica.
- 2 Silvano Zorzi: Progetto del ponte Guayllabamba, prospetto e sezione trasversale.
- 3 Silvano Zorzi: Progetto del ponte Guayllabamba, planimetria generale e sezione longitudinale.
- 4 Silvano Zorzi: Progetto del ponte Guayllabamba, dettagli.

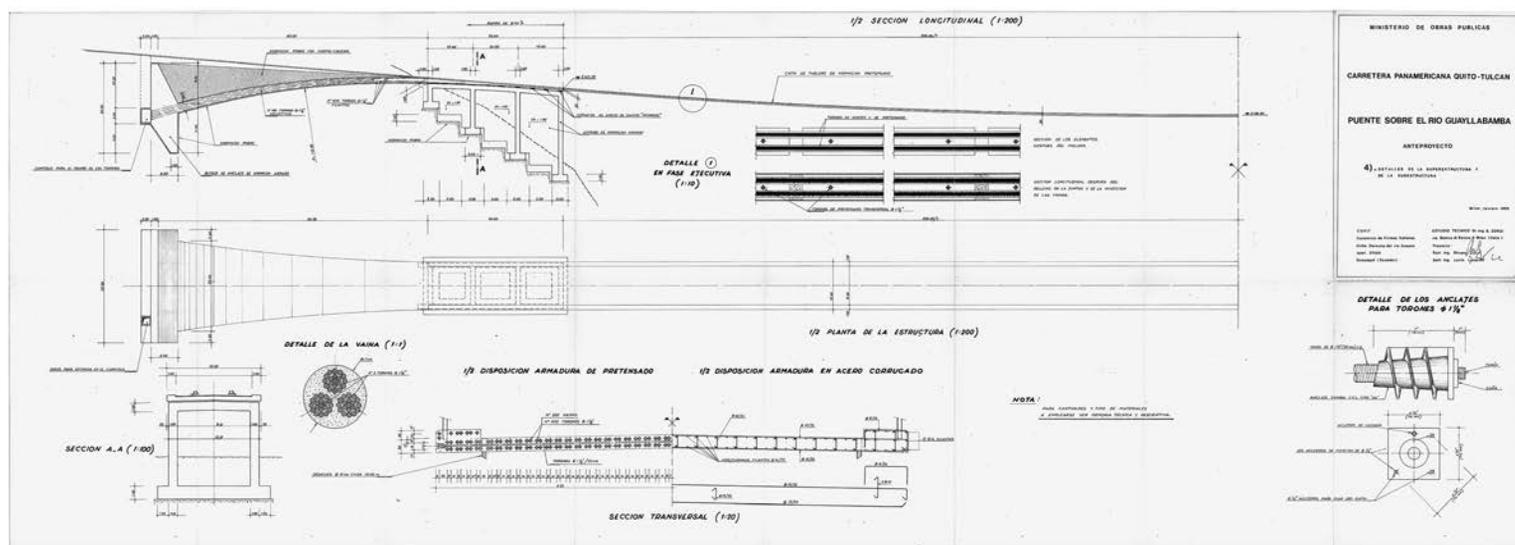
Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano



2



3



4

**Considerazioni generali**

I ponti a nastro teso appartengono a quei sistemi «concettuali», che alcuni costruttori di ponti del periodo del dopoguerra consideravano la quintessenza del progettare, dal momento che potevano essere determinati attraverso pochi parametri.<sup>7</sup> Se posizione, inizio e fine del ponte sono dati, per il progetto di un ponte a nastro teso in calcestruzzo armato precompresso ci sono solo due scelte sostanziali: la scelta della freccia e lo spessore della soletta della carreggiata. Tutto il resto viene di conseguenza.

Per il ponte di Guayllabamba la scelta della freccia è semplice da comprendere, mentre la scelta dello spessore della soletta è più complessa.

Zorzi sceglie la freccia più grande possibile. Considera ragionevole una inclinazione dell'8% sugli appoggi del nastro teso. Essa è infatti paragonabile alle pendenze degli altri tratti di questa carreggiata.<sup>8</sup> Con una grande freccia minimizza la forza di trazione nel nastro teso, la quale è determinante per il dimensionamento degli ancoraggi e dunque condiziona i costi di costruzione. Il rapporto tra la freccia e la luce della campata è relativamente grande, ammonta a 1/50, mentre il valore corrispondente nel progetto del ponte sul Bosforo come sopra menzionato era di 1/130 (con una pendenza del 3%) e nel ponte dello zoo di Colonia 1/95 (con una pendenza del 4%).

Lo spessore della soletta stradale del ponte di Guayllabamba ammonta a 30 cm. Per quale ragione Zorzi sceglie questa dimensione invece di 24 cm, come nel progetto di Finsterwalder per il ponte dello zoo di Colonia? Possiamo rispondere a questa domanda dopo aver studiato in maniera più approfondita le considerazioni alla base del progetto di Zorzi.

**Il processo costruttivo**

Zorzi prevede le seguenti fasi costruttive (numerazione secondo Zorzi):

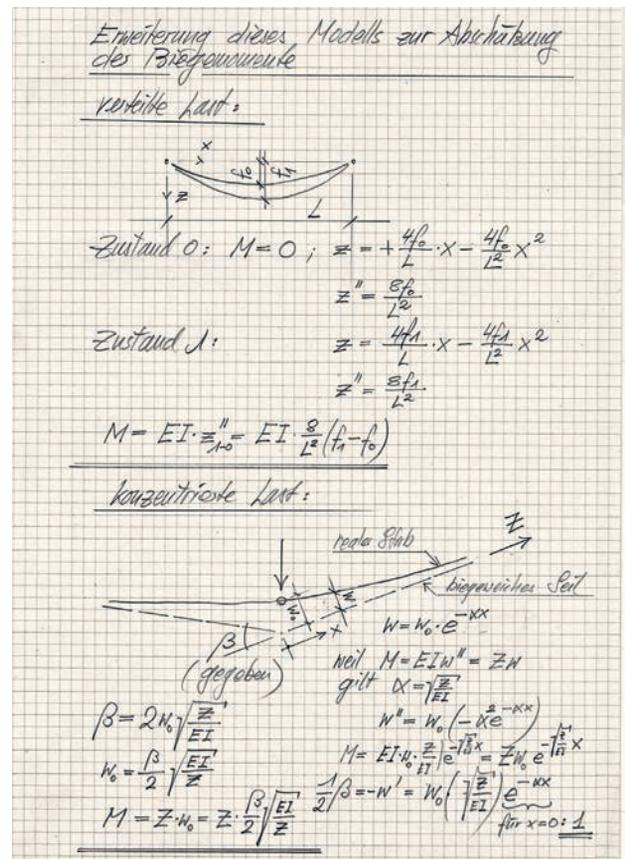
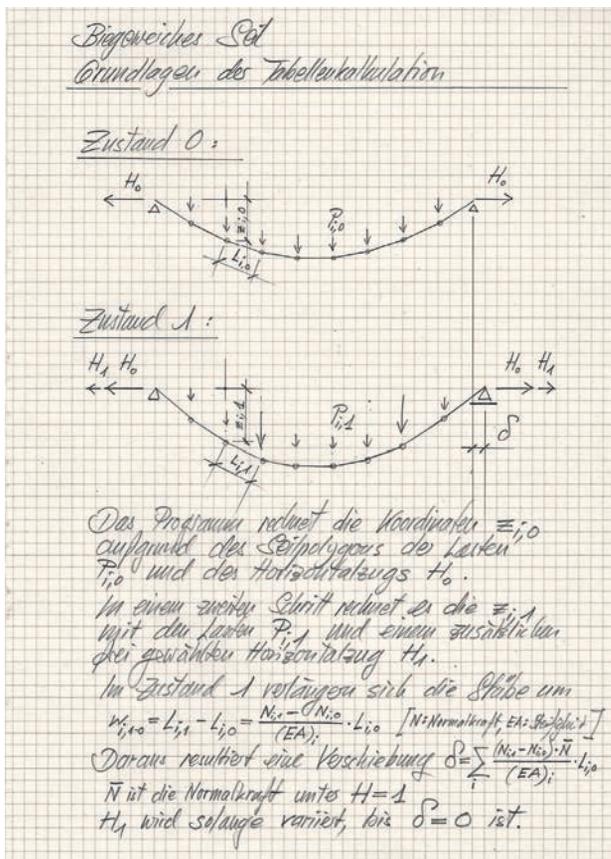
1. Costruzione degli ancoraggi e dei blocchi di spalla del ponte;

2. Posizionare i cavi nelle guaine di rivestimento sopra la valle, appesi liberamente, con una grande inflessione;
3. Gettare il calcestruzzo del nastro teso tra gli ancoraggi e le spalle del ponte e riempire con calcestruzzo magro;
4. Tendere i cavi fino a 1.381 m di inflessione sui 300 m di luce;
5. Gettare il calcestruzzo della soletta stradale in singoli elementi successivi, con giunti aperti, per mezzo di una cassaforma mobile; dopo l'indurimento degli elementi, applicazione della precompressione trasversale;
6. Caricare l'intero ponte con giunti aperti con un carico di 9 t/m. Da ciò si sviluppa una tensione di 9.10 t/m<sup>2</sup> nei cavi, con una forza totale di 29'000 t. Queste rappresentano le sollecitazioni maggiori mai applicate sui cavi del ponte, questa condizione rappresenta nello stesso momento anche la prova degli ancoraggi. Questi sono progettati per una deformazione a lungo termine. I cavi possono essere ritensionati successivamente;
7. Riempire i giunti degli elementi, iniettare i cavi, scaricare parzialmente il ponte;
8. Scaricare la zavorra rimanente, con una coazione che genera precompressione;
9. Applicare l'asfalto colato e lavori di finitura.

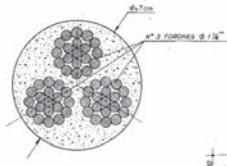
**I calcoli statici**

Il comportamento di un ponte a nastro teso può essere descritto in prima approssimazione con un modello di una corda flessibile tesa tra due punti. Sotto carichi esterni la corda assume la forma del corrispondente poligono funicolare. La lunghezza di questo poligono funicolare varia elasticamente al variare della forza nella corda. A causa della rigidità flessionale del nastro teso non si possono verificare alcune inflessioni, ma si verificano momenti flettenti locali, che distribuiscono localmente l'effetto dei carichi concentrati su una certa lunghezza del nastro teso.

Per i suoi calcoli Zorzi utilizza la teoria del cambiamento della forma dei ponti sospesi. Io stesso calcolo le varie si-

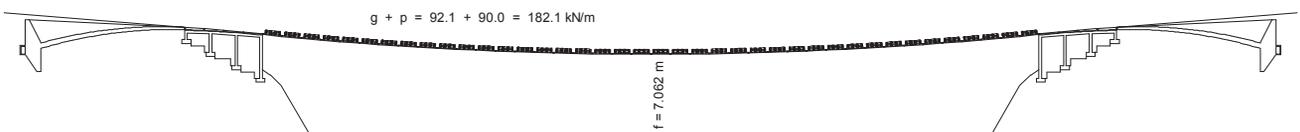
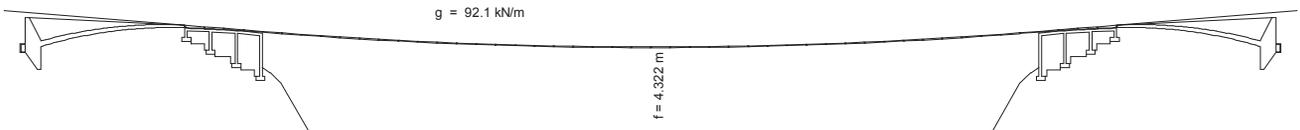
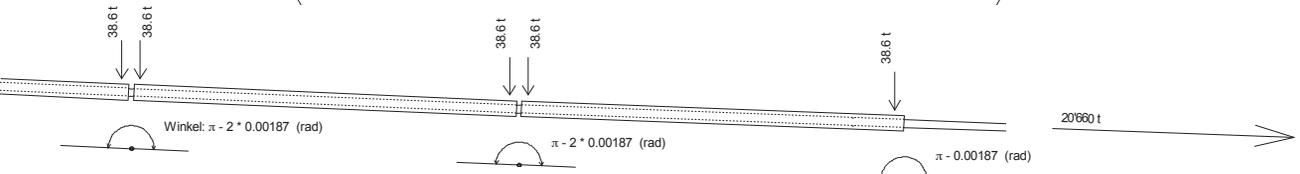
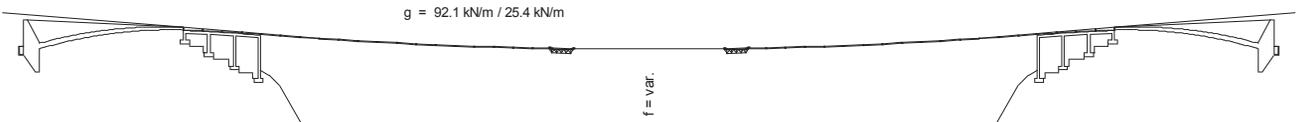
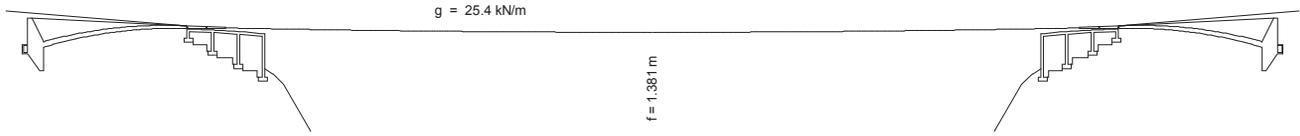
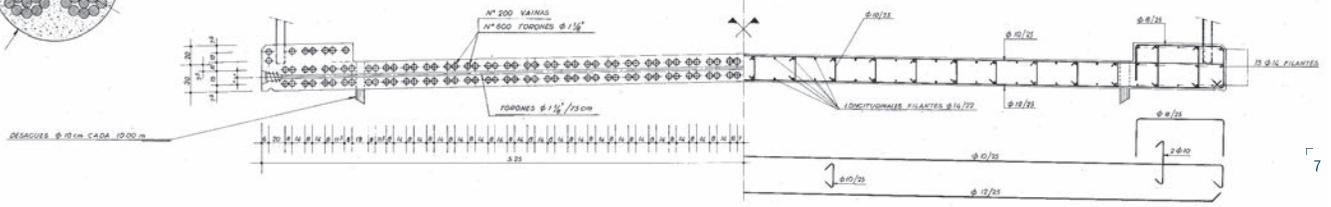


DETALLE DE LA VAINA (1:1)



1/2 DISPOSICION ARMADURA DE PRETENSADO

1/2 DISPOSICION ARMADURA EN ACERO CORRUGADO



tuazioni di carico usando il mio programma di fogli di calcolo sul modello di una corda elastica flessibile, per ottenere un chiaro confronto con i calcoli di Zorzi (fig. 5-6).

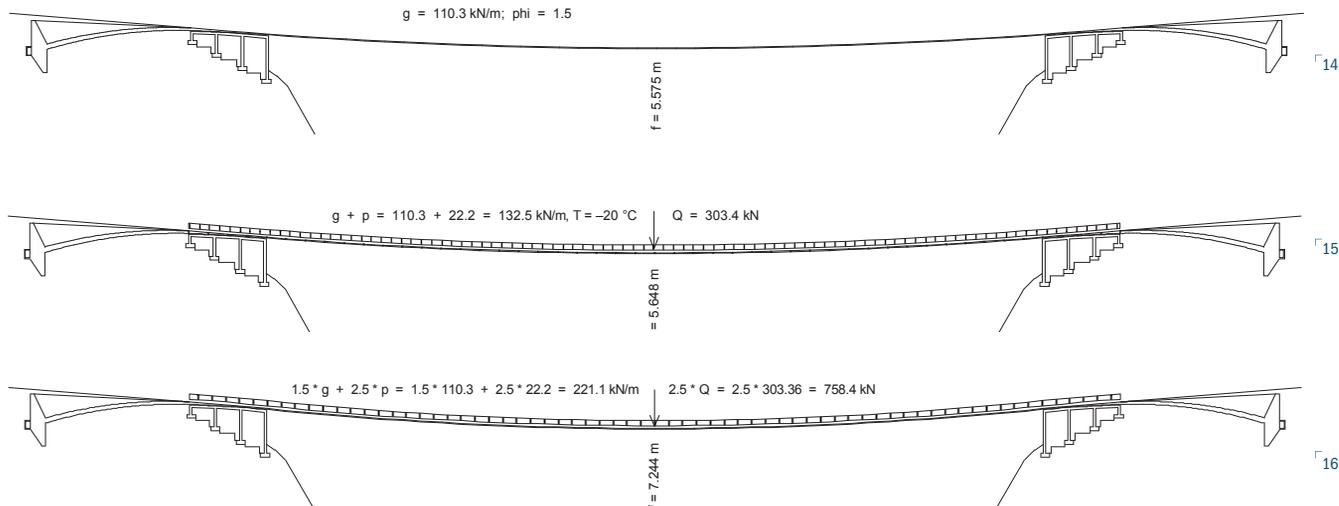
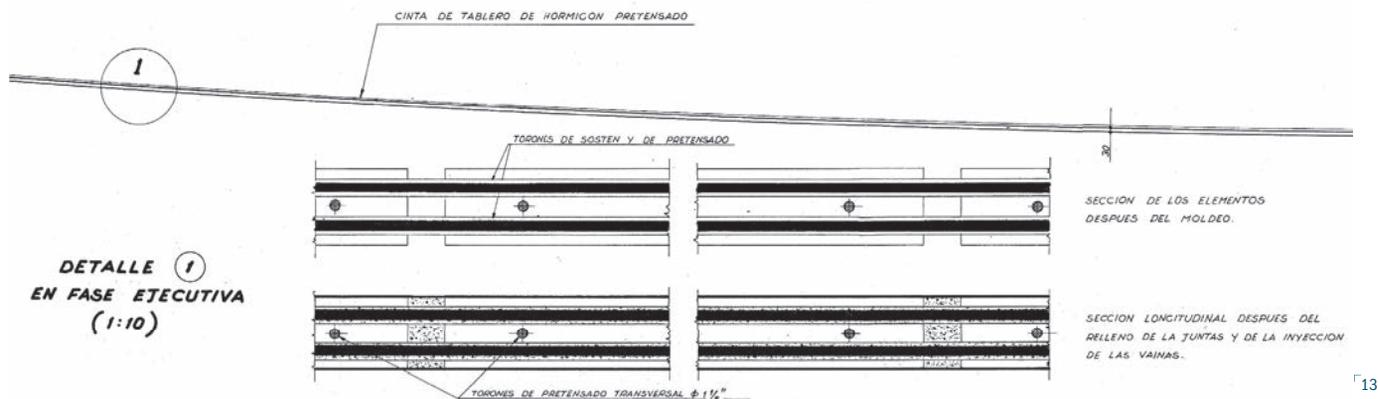
Pesi propri e azioni permanenti (fig. 7)

Sezione trasversale di calcestruzzo lorda 3.550 m<sup>2</sup>

Dopo aver sottratto la sezione delle guaine di rivestimento dei cavi di precompressione rimangono ancora 2.780 m<sup>2</sup>

	A[m <sup>2</sup> ]	ρ[t/m <sup>3</sup> ]	g[t/m]
Carico lineare calcestruzzo	2.780 · 2.400 =		6.673
Carico lineare cavi di precompressione	0.319 · 7.960 =		2.536
Carico lineare calcestruzzo precompresso non iniettato			9.209
Carico lineare iniezione	0.451 · 2.400 =		1.082
Carico lineare calcestruzzo precompresso iniettato			10.291
Carico lineare asfalto	0.340	2.000 <sup>9</sup>	0.680
Barriere anticaduta			0.060
Carico lineare azioni permanenti			11.031 t/m

- 5-6 Modello della «corda flessibile» e integrazioni per la determinazione approssimativa dei momenti
- 7 Dettaglio della sezione trasversale del ponte a nastro teso. Estratto dalla fig. 4. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 8 Processo costruttivo, fase 4: i cavi vengono tesi sopra la valle. La soletta della carreggiata viene poi gettata in elementi. I giunti degli elementi rimangono aperti, per assicurare la deformabilità
- 9 Processo costruttivo, fase 5: proseguimento con il getto degli elementi in calcestruzzo. I cavi si tendono nella parte non caricata, mentre la deformazione del ponte nella parte caricata aumenta in modo continuo
- 10 Processo costruttivo, fase 5: inclinazione dei cavi di precompressione in corrispondenza dell'inizio del montaggio
- 11 Processo costruttivo, fase 5: il getto in calcestruzzo della soletta della carreggiata è terminato
- 12 Processo costruttivo, fase 6: sono applicate 3'000 t di zavorra artificiale. La forza di trazione nel nastro teso ammonta a 29'000 t in mezzeria della campata



È interessante notare che, a causa dell'elevata quantità di cavi di precompressione, la densità del calcestruzzo armato precompresso qui ammonta a 2.90 t/m<sup>3</sup> invece del valore normalmente utilizzato di 2.50 t/m<sup>3</sup>.

#### Carichi di servizio

Secondo la norma AASHO H20-S16 vengono utilizzati i seguenti carichi distribuiti e concentrati per la simulazione dei carichi di servizio:

Carico distribuito sul bordo:	170 kg/m <sup>2</sup>
Carico distribuito sul bordo:	952 kg/m
Carico concentrato per carreggiata:	14'515 kg

Questi carichi rappresentano astrazione della reale situazione di carico. Gli effetti dinamici sono considerati con un supplemento di carico del 4.5% per gli effetti nella direzione longitudinale del ponte e con uno del 30% per quelli nella direzione trasversale.

Di seguito sono descritte alcune interessanti fasi di costruzione:

Fase 4: Tendere solamente i cavi di precompressione:

$$g = 2.536 \text{ t/m}$$

$$f = 1.381 \text{ m}$$

$$H = g \cdot l^2 / (8 \cdot f) = 20'660 \text{ t oppure } 106.6 \text{ t per cavo}$$

In questa fase costruttiva si sviluppano le forze concentrate dirette verso l'alto, alla fine delle parti del nastro teso, già cementate sopra le spalle del ponte. Queste estremità si sollevano dagli appoggi e devono dunque anche essere munite di appositi giunti (fig. 8).

Fase 5: Gettare il calcestruzzo della carreggiata a fasi successive con giunti aperti:

La carreggiata viene gettata a fasi successive con una cassaforma mobile. La lunghezza di queste fasi non viene specificata da Zorzi. Se consideriamo una lunghezza di una fase di un concio di 7.50 m, una fase pesa 77.2 t. In corrispondenza della prima fase agisce la forza sopra menzionata di 20'660 t; sotto il peso del calcestruzzo della prima fase il cavo di precompressione si inflette a entrambe le estremità di  $\frac{1}{2} \cdot G/H = 0.00187$  oppure 1.87‰ (fig. 10). Questi piccoli angoli possono essere assorbiti dai cavi di precompressione senza problemi.<sup>10</sup>

Appartiene ai vantaggi del sistema «nastro teso» il fatto che proprio prima del getto degli elementi in calcestruzzo può essere applicata una forza di precompressione relativamente alta, la quale confina a un piccolo valore l'inflessione nei cavi di precompressione durante la fase costruttiva (in contrasto con le deformazioni molto maggiori subite dagli elementi di carreggiata nei ponti sospesi nella loro fase costruttiva).

Durante la posa degli elementi in calcestruzzo l'inflessione dei cavi di precompressione aumenta continuamente, fino a una freccia pari a 4.32 m. La componente orizzontale della forza nei cavi di precompressione aumenta di conseguenza da 20'660 t a 23'970 t.<sup>11</sup>

Fase 6: zavorra artificiale

Dopo il getto di tutti gli elementi in calcestruzzo viene distribuita sul nastro teso una zavorra artificiale pari a 9 t/m. Ciò porta a un ulteriore aumento della deformazione fino a una freccia di 7.06 m, con una componente orizzontale della forza nei cavi pari a 28'970 t. Di seguito avvie-

Bauphase Nr. Bezeichnung	Zorzi								Seilmodell				Erweiterung				
	f	H <sub>tot</sub>	ΔH <sub>tot</sub>	Referenz	σ <sub>c</sub>	M	σ <sub>c</sub>		f	H <sub>tot</sub>	H <sub>c</sub>	σ <sub>c</sub>	M <sub>q</sub>	M <sub>Q</sub>	M	σ <sub>c</sub>	
	Pfeilhöhe m	t	t	Nr.	cent kg/cm <sup>2</sup>	mt	sup kg/cm <sup>2</sup>	inf kg/cm <sup>2</sup>	m	t	(Beton) t	cent kg/cm <sup>2</sup>	mt	mt	mt	sup kg/cm <sup>2</sup>	inf kg/cm <sup>2</sup>
4 Kabel allein	1.381	20'659							1.381	20'659							
5 Guss Beton									4.322	23'970							
6 Ballast	7.062	29'008							7.070	28'974							
7/8 Entlasten	5.867	19'740	-9'268	6	-192.1	-26.9	-177.7	-200.0	5.872	19'717	-6'192	-191.6	-27.0	0	-27.0	-177.1	-199.5
9 Gussasphalt	6.000	20'689	949	8	-172.4	-23.9	-159.6	-179.4	6.005	20'665	-5'557	-172.0	-24.0	0	-24.0	-159.1	-179.0
10 Langfristig	5.575	22'265	-6'743	6	-93.5	-18.9	-86.2	-97.3	5.579	22'245	-3'002	-92.9	-18.9	0	-18.9	-85.7	-96.8
11 max. Last, -20°C	5.648	26'796	4'531	10	93.9	48.3	-18.2	10.7	5.664	26'724	-4	-0.1	1.9	46.7	48.6	-19.0	10.2
12 Bemessungslast	7.244	34'384	0	10	10792 *	121.6	9708 *	11'202 *	7.278	34'940	0	10'967 *	0.0	121.4	121.4	10'030 *	11'320 *
	σ <sub>c,cent</sub> = ΔH <sub>tot</sub> / A <sub>c,id</sub> + (σ <sub>c,cent,ref</sub> ohne Nr. 11) *) Stahl								σ <sub>c,cent</sub> = H <sub>c</sub> / A <sub>c</sub>				A <sub>s</sub> = 0.3186 m <sup>2</sup> *) Stahl				
	A <sub>c,id</sub> = 4.824 m <sup>2</sup> für Nr. 7/8, 9, 11								A <sub>c</sub> = 3.231				I <sub>s</sub> = 0.003293 m <sup>4</sup>				
	A <sub>c,id</sub> = 7.214 m <sup>2</sup> für Nr. 10 (E <sub>c1</sub> = E <sub>c0</sub> / φ)												z <sub>s,sup</sub> = 0.254 m				
	σ <sub>c,sup</sub> = σ <sub>c,cent</sub> · M/W <sub>sup,id</sub> + (σ <sub>c,sup,ref</sub> für Nr. 11)												z <sub>s,inf</sub> = 0.096 m				
	σ <sub>c,inf</sub> = σ <sub>c,cent</sub> + M/W <sub>inf,id</sub> + (σ <sub>c,inf,ref</sub> für Nr. 11)								M <sub>q</sub> = E <sub>c</sub> · I <sub>id</sub> · 8/f <sup>2</sup> · Δf + (M <sub>q,ref</sub> ohne Nr. 11)				W <sub>sup</sub> = 0.012963 m <sup>3</sup>				
	I <sub>id</sub> = 0.060360 m <sup>4</sup> für Nr. 7/8, 9, 11								M <sub>Q</sub> = 1/2 · φ · Wurzel(E · I · H)				W <sub>inf</sub> = 0.034297 m <sup>3</sup>				
	I <sub>id</sub> = 0.085098 m <sup>4</sup> für Nr. 10								E <sub>c</sub> · I <sub>id</sub> = 253512 tm <sup>2</sup> für Nr. 7/8, 9, 11								
	W <sub>sup,id</sub> = I <sub>id</sub> / z <sub>s,sup</sub> z <sub>s,sup</sub> = 0.3237 0.3255 m								E <sub>c</sub> · I <sub>id</sub> = 142965 tm <sup>2</sup> für Nr. 10								
	W <sub>inf,id</sub> = I <sub>id</sub> / z <sub>s,inf</sub> z <sub>s,inf</sub> = 0.1763 0.1745 m																

ne uno scarico (allungamento non dipendente dal tempo sotto alte tensioni) nell'acciaio precompresso considerato pari al 4% (corrispondente a un allungamento plastico dei cavi di precompressione pari a 54 mm). La tensione nell'acciaio ammonta in mezzeria a 28'970/3'186 = 9.093 t/cm<sup>2</sup>, mentre sugli appoggi questo valore aumenta di un fattore 1.0044 a causa dell'inclinazione dei cavi.

Zorzi non spiega come viene applicata la zavorra artificiale. Il peso globale ammonta a 2'700 t. Questo carico potrebbe essere stato applicato con sacchi pieni di sabbia o ghiaia, che potrebbero essere stati posizionati in due file di larghezza 2 m ciascuna e altezza 1.50 m.<sup>12</sup>

Fasi 7/8: Chiusura dei giunti, scarico della zavorra artificiale

In una delle successive fasi gli elementi di giunto vengono riempiti e dopo l'indurimento dei giunti in calcestruzzo vengono iniettate le guaine dei cavi di precompressione. Nello stesso momento viene scaricata la zavorra. Questo riduce il carico sul nastro teso di 9.000 - 1.082 = 7.918 t/m. Durante questo scarico il calcestruzzo subisce sollecitazioni di compressione. La rigidità associata alla forza normale alla sezione trasversale è ora pari a EA<sub>id</sub> = 420 · 32'310 + 2'100 · 3'186 = 20'260'000 t (secondo Zorzi con un modulo di elasticità del calcestruzzo a breve tempo pari a E = 420 t/cm<sup>2</sup>). La freccia si riduce a 5.87 m e la componente orizzontale della forza di trazione in tutto il nastro teso diminuisce a 19'700 t. La forza effettiva nell'acciaio in mezzeria ammonta sempre a 25'900 t. La differenza di -6'200 t agisce come precompressione nel calcestruzzo e produce in esso una tensione di compressione centrata di σ<sub>c</sub> = -192 kg/cm<sup>2</sup>.

Fase 9: Posa in opera delle finiture

Nell'applicazione delle finiture la freccia aumenta a 6.00 m con una forza di trazione orizzontale pari a 20'670 t.

### Ulteriori considerazioni statiche

Ritiro e scorrimento viscoso del calcestruzzo:

Zorzi calcola l'influenza delle deformazioni a lungo termine del calcestruzzo con un modulo di elasticità ridotto di un fattore 1 / (1 + φ) = 1 / 2.5. Dopo che il ritiro e lo scorrimento viscoso del calcestruzzo si sono ridotti, la freccia diminuisce a 5.575 m a causa dell'accorciamento del calcestruzzo. Conseguentemente la forza di trazione totale aumenta a 22'240 t. La forza effettiva nei cavi di precompressione ammonta ora a 25'250 t, mentre la forza di precompressione nel calcestruzzo è di -3'000 t.

13 Processo costruttivo, fase 7: disegno di dettaglio dei giunti. Estratto della fig. 4. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano

14 Processo costruttivo, fase 10: dopo la riduzione del ritiro e dello scorrimento viscoso del calcestruzzo il nastro teso si solleva fino a un'altezza della freccia di 5.575 m

15 Con una variazione di temperatura di -20°C, i massimi carichi di servizio generano la massima forza di trazione nel nastro teso: H<sub>tot</sub> = 26'736 t

16 Comportamenti sotto il «carico di progetto»: i carichi propri vengono aumentati di un fattore 1.5, quelli di servizio di un fattore di 2.5. La forza di trazione in mezzeria del ponte ammonta a H<sub>tot</sub> = 34'400 t

17 Processo costruttivo, Confronto tra i risultati ottenuti dal calcolo di Zorzi con quelli ottenuti dal modello della corda secondo fig. 5-6

Massimo carico di servizio:

A questo punto Zorzi verifica le deformazioni e le sollecitazioni con il massimo carico di servizio. Contemporaneamente assume una differenza di temperature di 20°C, per effetto della quale il ponte si solleva di circa 35 cm. La conseguente riduzione della freccia aumenta la forza di trazione vistosamente. Sotto queste circostanze deriva nel bordo inferiore del nastro teso in calcestruzzo una modesta sollecitazione di trazione di 10 kg/cm<sup>2</sup>. L'inflexione del ponte sotto massimi carichi di servizio da sola raggiunge 42 cm. Ciò corrisponde a 1/700 della luce della campata ed è quindi un valore relativamente piccolo.

Carico di progetto:

Nel caso di sistemi statici come nastri tesi, che presentano un rapporto non lineare tra carichi e sollecitazioni, è importante verificare la sicurezza nei confronti del cedimento della struttura sotto carichi aumentati in modo fittizio. Nel caso presente Zorzi aumenta i carichi propri e applicati di un fattore 1.5 e i carichi di servizio di un fattore 2.5 e compara le forze così ottenute con i carichi di rottura dell'elemento costruttivo coinvolto. Dal punto di vista odierno i fattori di carico applicati da Zorzi sono alti; questo compensa i carichi di servizio considerati relativamente bassi a uno sguardo attuale.

Sotto l'aumento dei carichi il calcestruzzo si fessura. Le forze sono assorbite unicamente dai cavi di precompressione. I cavi da soli si infletterebbero molto a causa della loro grande elasticità e perciò il loro carico sarebbe ridotto. In questo caso, tuttavia, la fessurazione del calcestruzzo sarà concentrata sui giunti non rinforzati degli elementi. Anche se il calcestruzzo si fessurerà negli elementi, parteciperà comunque almeno in parte all'assorbimento delle forze di tra-

### Excentriche Last, verteilt

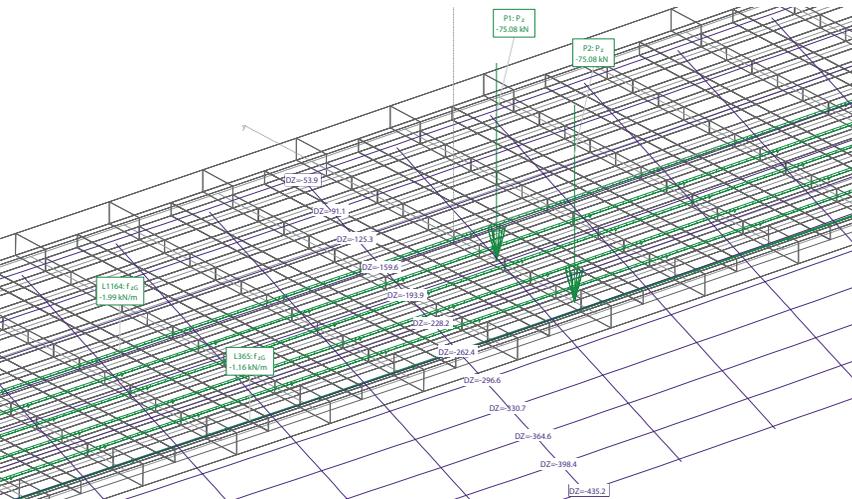
$M_z = 0,115 \cdot 2,706 + 0,115 \cdot 4,575 = 3,04 \frac{\text{mt}}{\text{m}}$   
 Analogie mit Biegung um z-Achse  
 $M_z = \frac{P}{I_z} \cdot x \cdot t$   
 $M_z = \frac{P}{A \cdot d} \cdot t$   
 $I_{z, \text{Beton}} = [25 \cdot (0,54)^3 - 92 \cdot (0,5)^3] / 12 + [552 \cdot (16,12)^2 / 12 + 40 \cdot (16,12)^2] / 4 = 38,00 + 12,32 = 50,32 \text{ m}^4$   
 $I_{z, \text{Stahl}} = 600 \cdot 0,00531 \cdot 4 = 4,824 \text{ m}^4$   
 $I_{z, \text{Gesamt}} = 50,32 + 4,824 = 55,144 \text{ m}^4$   
 $\sigma_{\text{max}} = \frac{3,04 \cdot 5,25 \cdot 0,50}{55,144} + \frac{0,985 + 0,115}{4,824} \cdot 9,50 = 0,284 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$   
 Dies ist zu vergleichen mit der Vollast, gleichmässig verteilt:  
 $\sigma_{\text{gleichm.}} = \frac{2,22}{4,824} \cdot 9,50 = 0,230 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} \rightarrow 103\%$   
 Die Auswirkung der asymm. Last für den Rand kann mit einer fiktiven äquivalenten Vollast simuliert werden.

### Excentriche Last, konzentriert

$M_z = 15,14 \cdot 2,726 = 41,35 \text{ mt}$   
 $\sigma_{\text{max}} = \frac{41,35}{50,32} \cdot 5,250,50 + \frac{15,14}{4,824} \cdot 9,50 = 3,73 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$   
 $\sigma_{\text{min}} = \frac{30,34}{4,824} \cdot 9,50 = 3,14 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$   
 Die asymmetrische Last entspricht an der Kränke einer fiktiven vollen Last, um 119% erhöht.  
 Verdrehung  

verteilt Last t/m	Einseitig t	Drehhöhe m	$\Delta \varphi$ m
(fikt.) 1,13-2,77 = 2,43	1,19-30,34 = 36,1	6,108	0,533
1,11	15,14	5,203	0,218

 Unter Krängelnd verteilt sich der Querschnitt in der Mitte um  $\rho = \frac{6,108 - 5,203}{5,25} = 0,0581$   
 Mit St. Venant-Torsion ergibt sich unter dieser Verdrehung ein Torsionsmoment von  
 $\rho = \frac{M_z \cdot I_p}{2 \cdot z \cdot G \cdot I_t} = \frac{M_z \cdot I_p}{8 \cdot G \cdot I_t} ; G = \frac{E}{2(1+\mu)} = 14.500 \text{ MPa}$   
 $K = 2 \cdot \frac{I_p}{I_t} \cdot \rho = 2 \cdot \frac{I_p}{I_t} \cdot \frac{M_z \cdot I_p}{8 \cdot G \cdot I_t} = \frac{M_z \cdot I_p^2}{4 \cdot G \cdot I_t^2} = 0,134 \text{ m}^4$   
 Das sind ca. 37% des Drehmoments aus asymm. Last



### Übertragung

#### Belagsbau:

$\sum V = 2 \cdot \frac{1,524 \cdot 4,75}{2} = 7,17 \text{ t/m}$   
 $A = 3,55 \text{ m}^2$   
 $q_{\text{max}} = \frac{7,17}{3,55} = 2,02 \text{ t/m}^2$   
 $q_{\text{min}} = \frac{7,17}{3,55} = 2,02 \text{ t/m}^2$   
 $q_{\text{avg}} = \frac{7,17}{3,55} = 2,02 \text{ t/m}^2$   
 $M_z = 1,206 \cdot 1,524 \cdot 4,75 = 1,129 \text{ mt}$   
 $M_{\text{tot}} = 0,187 + 5,93 = 6,117 \text{ mt}$   
 $W = \frac{I_{\text{rot}} \cdot (\sigma_{\text{sup}} - \sigma_{\text{inf}})}{6} = 0,0150 \text{ m}^3/\text{m}$   
 $\sigma_c = \pm 6,12 / 0,015 = \pm 408 \text{ t/m}^2 (\sigma = 4,08 \text{ MPa})$   
 Querspannung: 52 t, nach Schwinden: 49 t  
 $\sigma_{c,p} = -\frac{49}{0,75 \cdot 0,70} = -91,4 \text{ t/m}^2 (\sigma = -0,18 \text{ MPa})$   
 $\sigma_{\text{zug}} = +1,80 \text{ t/m}^2$  (also kleine Vorspannung)

- 18-19 Carico eccentrico in direzione trasversale: spiegazione dell'analogia di Zorzi tra la «torsione dell'arco» e la flessione sull'asse verticale z, determinazione della torsione
- 20 Determinazione della torsione su un modello a griglia: i valori così individuati corrispondono a una pendenza trasversale del 4.0%, mentre Zorzi calcola con il 5.8%
- 21 Momenti flettenti in direzione trasversale
- 22-23 Calcolo della linea di inflessione della superficie di rotolamento
- 24 Linea di inflessione effettiva della superficie di rotolamento, linea rossa: situazione in corrispondenza della chiusura dei giunti (giunti privi di tensione), linea blu: nastro teso deformato con basse temperature dopo la fine del ritiro e dello scorrimento viscoso del calcestruzzo
- 25 Diagramma della superficie di rotolamento (nero), asse del nastro deformato (verde), posizione della risultante (tratteggiata), momenti flettenti nel nastro (rosso). Con un raggio di 450 m, i momenti flettenti raggiungono il valore di 250 tm (2.5 MNm) e generano corrispondenti sollecitazioni di  $\sigma_{\text{sup}} = -95.6 \text{ kg/cm}^2$  (compressione, parte superiore) e rispettivamente  $\sigma_{\text{inf}} = 51.3 \text{ kg/cm}^2$  (trazione, cioè riduzione della precompressione nella parte inferiore)

zione tra le fessure a causa del legame con i cavi. È di conseguenza realistico che Zorzi presupponga che il calcestruzzo sia coinvolto in questo stato e calcola le deformazioni sotto queste condizioni. Con una freccia di 7.25 m le forze di trazione raggiungono il valore di 34'400 t e le sollecitazioni di trazione quello di 11'200 kg/cm<sup>2</sup>.

La resistenza a trazione dei cavi di precompressione ammonta a 16'200 kg/cm<sup>2</sup>. La tensione di snervamento per questi elementi di acciaio è pari a 14'000 kg/cm<sup>2</sup>. Secondo le norme vigenti la sollecitazione nominale è ridotta con un fattore di 1.5, quindi a 12'150 kg/cm<sup>2</sup>. I requisiti per la resistenza a rottura sono quindi ben soddisfatti.

Carico di servizio eccentrico nella direzione trasversale:

Zorzi parte dal presupposto che in questo caso i diversi carichi in direzione trasversale generano forze di trazione distribuite in modo diverso nella sezione trasversale - i momenti torsionali sono assorbiti dalla «torsione dell'arco». La resistenza torsionale della sezione di calcestruzzo gioca qui un ruolo secondario. La distribuzione delle forze di trazione viene determinata da Zorzi in un modo nello stesso tempo originale ed elegante in analogia con la flessione sull'asse verticale z (chiarimento in figg. 17-18). Mentre confronta la forza di trazione sul bordo esterno così individuata con i carichi di servizio distribuiti in modo omogeneo nella sezione trasversale, arriva alla conclusione che con un carico eccentrico insorgono localmente forze di trazione maggiori del 19-23%.

Il massimo carico eccentrico produce una torsione della sezione trasversale, che corrisponde a una inclinazione del 5.8% nella direzione trasversale. Una personale stima mostra che circa un terzo del momento torsionale potrebbe essere assorbito dalle sollecitazioni di taglio nella sezione trasversale, il che rende la torsione effettiva più piccola. Il calcolo di Zorzi è dunque piuttosto conservativo.

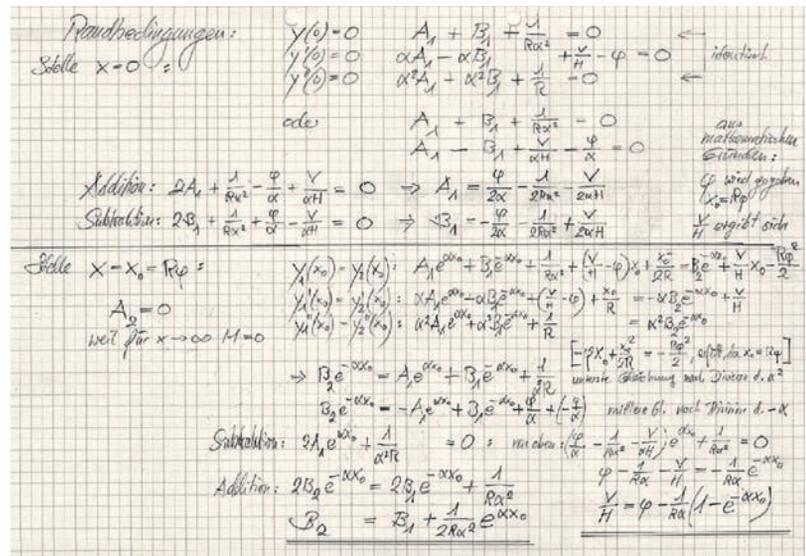
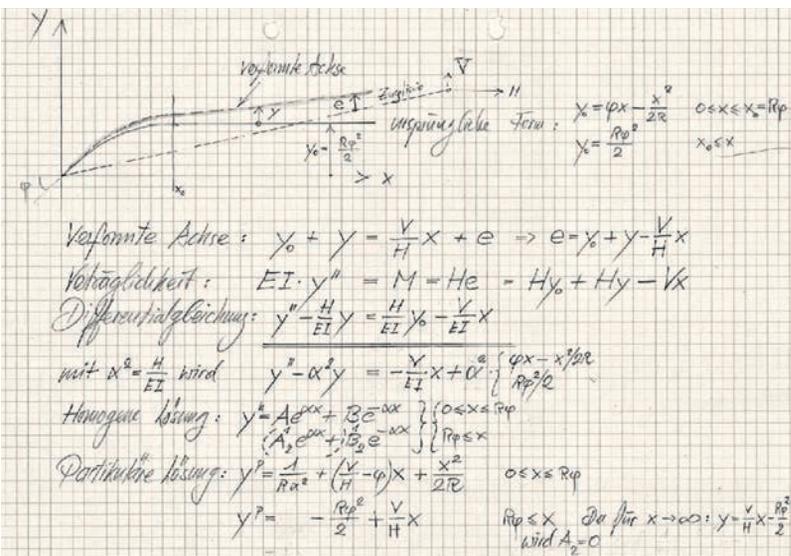
Momento flettente nella direzione trasversale:

I carichi applicati e di servizio devono essere distribuiti su tutta la sezione trasversale di larghezza 10.50 m. Di conseguenza è da notare che le parti di bordo più robuste prendono una maggiore percentuale del carico. Zorzi dispone per questo motivo la precompressione in direzione trasversale con monofili a distanza di 75 cm.

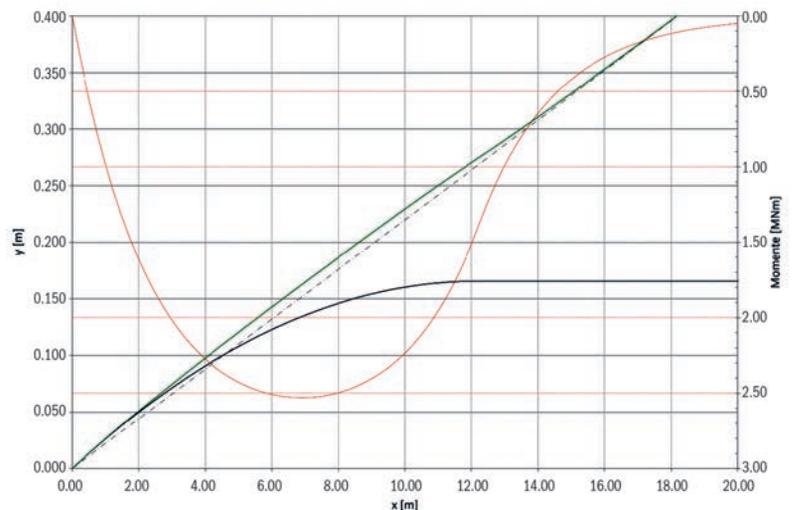
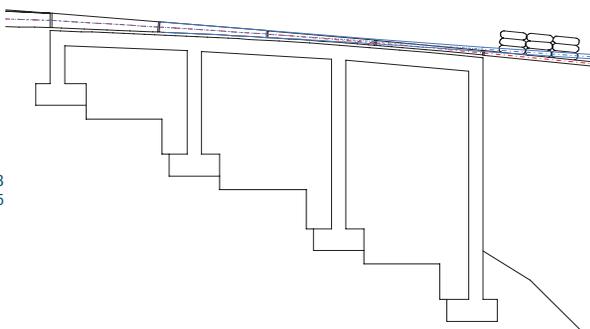
Vento:

Per i carichi da vento, Zorzi stima un carico orizzontale agente di 446 kg/m. Da ciò derivano momenti flettenti attorno agli assi verticali delle sezioni trasversali di 3041 tm sugli appoggi rigidi e di 1990 tm in campata. Le sollecitazioni flettenti corrispondenti fino a 32 kg/cm<sup>2</sup> sono basse. I momenti torsionali alle estremità del ponte ammontano a 25 tm, con corrispondenti sollecitazioni di taglio di 7.9 kg/cm<sup>2</sup>. Anche questi valori possono essere ben assorbiti.

Zorzi suggerisce di eseguire verifiche in galleria del vento nella fase di sviluppo ulteriore del progetto. In questo



22, 23  
24, 25



modo il comportamento dinamico del ponte sotto l'azione del vento potrebbe essere meglio verificato. Il comportamento oscillatorio del nastro teso nel calcestruzzo precompresso non è ben paragonabile a quello di un ponte sospeso con travi in acciaio a sezione piena. È tuttavia ammesso di utilizzare lo «Stiffness index» di Othmar H. Ammann per il ponte Guayllabamba.<sup>13</sup>

$$\left(\frac{H_g}{l^2} + 72 \frac{EJ}{l^4}\right) \left(1 - \frac{0,60 l_1}{l}\right) \geq 0,05$$

Con questa formulazione sono  $H_g$  la trazione orizzontale,  $l$  la luce della campata,  $EJ$  la rigidezza torsionale,  $l_1$  la luce delle aperture laterali nel caso di ponti sospesi, tutto in  $t$  e  $m$ .

$$(22'265/3002 + 72 \cdot 142'965/3002) \cdot (1 - 0,6 \cdot 0/300) = 0,25$$

Con questo criterio approssimativo, ma l'unico disponibile per una semplice stima del comportamento aerodinamico, la verifica è soddisfatta.

Sollecitazione sulle superfici di rotolamento:

I ponti a nastro teso sono mobili, tra la chiusura del giunto sotto carico e la condizione a lungo termine dopo che il ritiro e lo scorrimento viscoso si sono ridotti, il nastro teso si accorcia notevolmente e si solleva verso l'alto. Con basse temperature questa deformazione si accentua ulteriormente e sugli appoggi si manifesta una variazione angolare del nastro teso fino a 0,24 rad. Questa variazione angolare imposta deve essere assorbita da una deformazione flettente del nastro teso. I momenti flettenti positivi necessari a questo scopo vengono provocati da un'eccentricità del nastro teso ricurvo rispetto alla linea di azione della forza di trazione. La curvatura della superficie di rotolamento è decisiva per l'intensità delle sollecitazioni risultanti. In fig. 22-23 sono mostrate le relazioni tra la geometria, la deformazione e i momenti flettenti. Sulla base delle piante di Zorzi, il raggio della superficie di rotolamento può essere considerato pari a 450 m. Dal momento che le deformazioni da ritiro e scorrimento viscoso procedono lentamente, si può calcolare con un modulo di elasticità ridotto (la costruzione reagisce

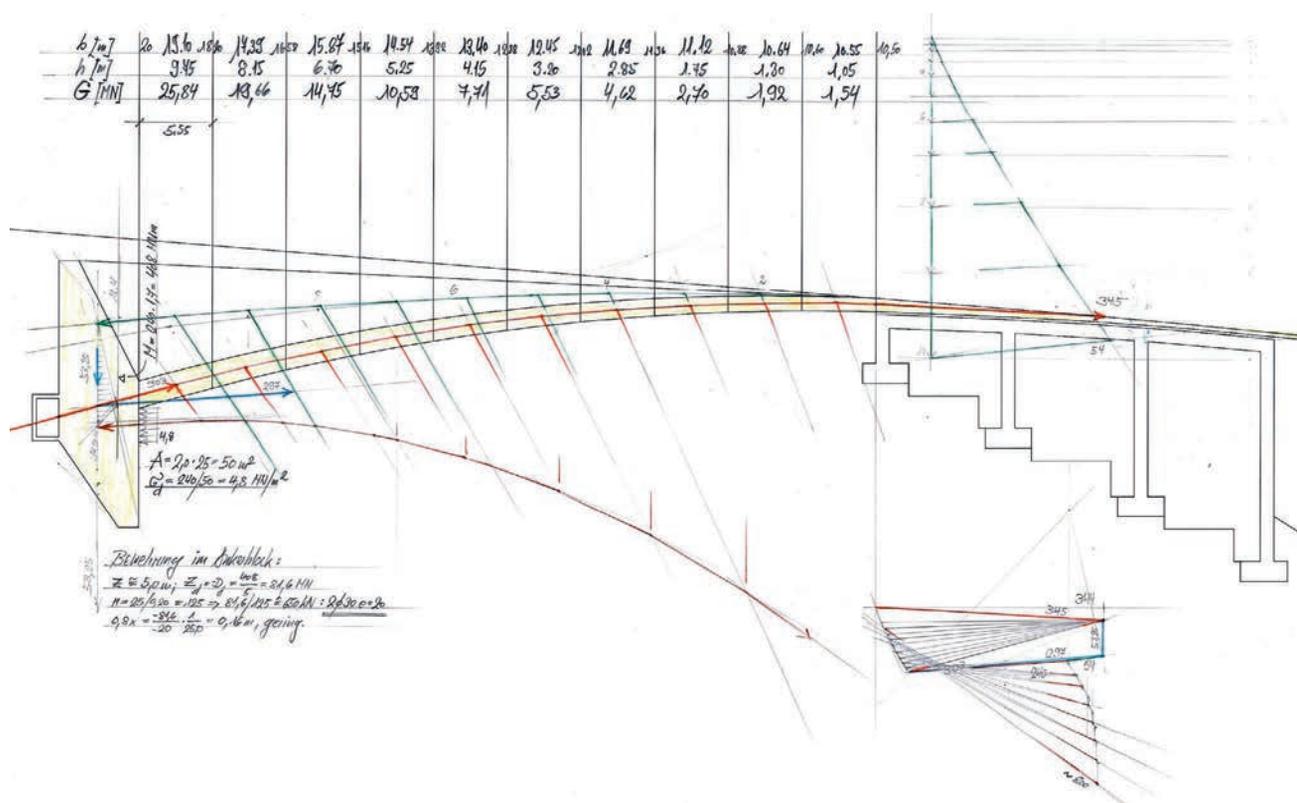
in modo più «morbido» ai vincoli a lungo termine rispetto a quelli a breve termine); in modo analogo al calcolo di Zorzi delle deformazioni a lungo termine, io calcolo con  $E_{c,00} = E_{c,0}/2,5$ . Da ciò deriva che il nastro teso si solleva dagli appoggi nella parte anteriore di 12,20 m. Sul bordo superiore sono presenti sollecitazioni di compressione che possono essere facilmente assorbite e, grazie in questo caso alla forma a U della sezione trasversale, le sollecitazioni nella parte inferiore rimangono modeste; esse riducono le sollecitazioni di compressione dovute alla precompressione e raggiungono nel peggiore dei casi valori modesti in trazione. Il vantaggio è che Zorzi permette alla sezione trasversale del nastro teso di crescere solo nella parte posteriore degli appoggi – quindi nella parte esterna dell'appoggio c'è un'area più flessibile del nastro teso, che può reagire in modo elastico ai movimenti.

Ancoraggi:

Le distribuzioni della forza negli ancoraggi sono state studiate con metodi grafici. L'angolo tra il calcestruzzo e il terreno è confinato a 20°. Le distribuzioni delle forze in fig. 26 mostrano che, nonostante l'elevato sovraccarico della sezione di ancoraggio, è necessaria una trasmissione di forza relativamente alta e concentrata nella parte inferiore del blocco di ancoraggio. È anche ipotizzabile che Zorzi abbia utilizzato la porzione del terreno a lato della strada per il trasferimento del carico, attraverso l'allargamento della porzione degli ancoraggi, le sezioni trasversali in fig. 3 lasciano intendere ciò. In ogni caso lo studio dimostra che la costruzione dell'ancoraggio, con le sue enormi dimensioni, non è affatto sovradimensionata.

- 26 Forze nelle sezioni di ancoraggio
- 27-28 Calcolo della perdita di forza di precompressione secondo il metodo di Dischinger / Leonhardt
- 29 Confronto delle perdite di forza di compressione tra una struttura su supporto mobile e una su supporto fisso
- 30 Controllo delle sollecitazioni a pieno carico in una sezione trasversale fessurata senza precompressione

Manoscritti, schemi e grafici di Jürg Konzett



### Numerisches Verfahren nach Zeitintervallen

(Lehrbuch, S. 312 ff.)

Anfangszustand:  $L = 300 \text{ m}$ ;  $f = 6,000 \text{ m}$ ;  $g = 10,5 \text{ kN/m}$   
 $\rho_s = 15 \text{ t}$ ;  $\epsilon_{s,0} = -0,2\%$ ;  $\sigma_c = \frac{1}{2}(15,35 + 14,94) = -16,95 \text{ MPa}$  (Zorzi, p. 34)

Stufen	f	H <sub>tot</sub>	$\Delta H_i$	H <sub>s</sub>	H <sub>c</sub>	$\sigma_s$	$\Delta \sigma_s / \sigma_s$	$\Delta \sigma_s$	$\sigma_{s,i}$	$\Delta \sigma_c$	$\Delta \sigma_c$	L <sub>i</sub>	$\Delta L_i$	$\Delta f_i$
	m	MN	MN	MN	MN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	m	mm	mm
0	6.000	206.81		261.585	-54.77	-16.95	-0.0659	1.117	-15.83	-11.33	-0.0539	300.320	-15.20	-102.7
1	5.897	210.41	-2.8986	259.186	-48.77	-15.09	-0.0679	1.025	-14.07	-10.40	-0.0495	300.3037998	-14.87	-94.3
2	5.803	213.83	-2.1664	257.020	-43.19	-13.37	-0.0703	0.939	-12.43	-9.53	-0.0454	300.2889343	-13.62	-86.3
3	5.717	217.06	-1.9552	255.064	-38.00	-11.76	-0.0731	0.860	-10.90	-8.72	-0.0415	300.2753109	-12.47	-79.0
4	5.638	220.10	-1.7637	253.301	-33.20	-10.27	-0.0765	0.786	-9.49	-7.97	-0.0380	300.2629407	-11.40	-72.1
5	5.566	222.95	-1.5901	251.711	-28.76	-8.90	-0.0807	0.718	-8.18	-7.28	-0.0347	300.2514388	-10.41	-65.8
6	5.500	225.63	-1.4332	250.277	-24.66	-7.63	-0.0859	0.655	-6.97	-6.65	-0.0316	300.2410249	-9.50	-59.9
7	5.440	228.11	-1.2914	248.986	-20.88	-6.46	-0.0925	0.597	-5.86	-6.06	-0.0289	300.2315226	-8.66	-54.5
8	5.385	230.42	-1.1634	247.823	-17.41	-5.39	-0.1010	0.544	-4.84	-5.52	-0.0263	300.2228601	-7.89	-49.6
9	5.336	232.56	-1.0481	246.775	-14.22	-4.40	-0.1126	0.495	-3.90	-5.02	-0.0239	300.2149698	-7.18	-45.0
10	5.291	234.54	-0.9441	245.831	-11.29	-3.49								

↑ Pfeilweite    ↑ Stahlbeton    ↑ Knotenwert pro Stufe    ↑ abgewinkelte Länge

$H_{tot,i} = \frac{g L_i^2}{8 f_i} = H_s + H_c$

pro Stufe:  $\rho_s = 0,15$ ;  $\epsilon_{s,0} = 0,02\%$

Spannkraftverlust bei konst.  $f$ :

$$\frac{\Delta \sigma_{s,i}}{\sigma_{s,i}} = - \left( 1 + \frac{\epsilon_{s,0} \cdot E_s}{\rho_s \cdot \sigma_{s,i}} \right) \left( 1 - e^{-\frac{\rho_s \cdot L_i}{\sigma_{s,i}}} \right) = - \left( 1 + \frac{5,16}{16,95} \right) \cdot \left( 1 - 0,951 \right)$$

$E_c = 42.000 \text{ MPa}$ ;  $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{210.000}{42.000} = 5$ ;  $\mu = \frac{A_s}{A_c} = \frac{9,3186}{3,2314} = 0,28810$

$\sigma_{c,i+1} = \sigma_{c,i} \left( 1 - \frac{\Delta \sigma_{s,i}}{\sigma_{s,i}} \right)$ ;  $\Delta \epsilon_{s,i} = - \frac{\Delta \sigma_{s,i}}{E_s} \cdot \frac{\sigma_{c,i}}{\mu E_s}$ ;  $\Delta L_i = \Delta \epsilon_{s,i} \cdot L_i$

$L_0 = 300,320 \text{ m}$  abgewinkelte Länge  $L = L \left( 1 + \frac{8 f_i^2}{3 L_i^2} \right)$

$\Delta f_i$  siehe vertikale Seite

$\Delta H_s = \frac{\Delta L_i}{L_i} E A_s = \frac{16 E_s A_s}{3 L_i^2 + 8 f_i^2} f_i \Delta f_i$

Der Zustand i mit Verkürzung  $\Delta L_i$  wird durch ein Sinken des Spannbands mit den Auflagern vertieft gemacht.

Dabei ändert der Zustand i+1, mit einer vertikalen Kraft  $H$  und einer elastischen Dehnung des Spannbands.

Es variieren folgende Größen:  $L_i, f_i, H_i$

Es bestehen folgende Beziehungen:

$$L_i = L \left[ 1 + \frac{8}{3} \left( \frac{f_i}{L} \right)^2 \right]; \quad dL_i^{geom} = \frac{16}{3} \cdot \frac{f_i}{L} \cdot df_i$$

$$H_i = \frac{g L_i^2}{8 f_i}; \quad dH_i = - \frac{g L_i^2}{8 f_i^2} df_i \quad \text{Gleichgewicht}$$

$$dL_i^e = \frac{dH_i}{(EA)_{id}}; \quad dL_i = - \frac{g L_i^2 \cdot L_i}{(EA)_{id} \cdot 8 f_i^2} df_i \quad \text{elastische Dehnung}$$

$$dL_i^{suk} + dL_i^e = dL_i^{geom}$$

$$\Delta f_i \left( - \frac{g L_i^2 \cdot L_i}{(EA)_{id} \cdot 8 f_i^2} - \frac{16 f_i}{3 L} \right) = - \Delta L_i^{suk}$$

$$\Delta f_i = \frac{\Delta L_i^{suk} \cdot L_i}{\frac{M_g L_i}{(EA)_{id} f_i^2} + \frac{16 f_i}{3 L}} = \frac{\Delta L_i^{suk} \cdot L_i}{\frac{L_i}{163 \cdot f_i^2} + \frac{f_i}{56,25}}$$

$M_g = \frac{16 \cdot 3 \cdot 1300^2}{8} \cdot 1,216 \cdot 9 \text{ MNm}$

$(EA)_{id} = 210.000 \cdot 0,3486 + 42.000 \cdot 3,2314 = 202.625 \text{ MN}$

**Conclusion**

Quali sono i casi di carico determinanti per il dimensionamento del ponte? Noi riconosciamo che Zorzi si impegna a limitare a piccoli valori le massime sollecitazioni di trazione sul bordo inferiore del ponte. Per questo motivo egli introduce inizialmente una precompressione molto alta, con sollecitazioni nel calcestruzzo fino a 200 kg/cm<sup>2</sup> (20 MPa). Nonostante questa alta precompressione, il grado di utilizzazione è alto quando la sicurezza del carico viene verificata secondo i carichi di progetto. Nello stesso tempo un quarto della forza di trazione è rappresentato dai carichi di servizio e tre quarti della forza di trazione derivano dalle azioni permanenti.

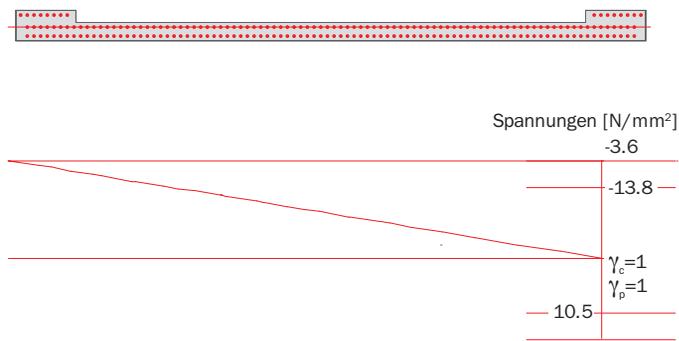
La scelta dello spessore della soletta della carreggiata di 30 cm è probabilmente definita sulla base di considerazioni costruttive. Zorzi ha bisogno di questo spessore del calcestruzzo in modo da poter alloggiare 200 cavi a trefoli in una sezione trasversale in calcestruzzo. Una riduzione dello spessore del calcestruzzo sarebbe stata possibile perciò solo con una massiccia riduzione nel numero dei cavi da precompressione. La perdita ad essa collegata nella rigidità avrebbe avuto un effetto particolarmente negativo in una deformazione già elevata sotto carichi eccentrici (figg. 17-19). La scelta della disposizione su due file dei cavi da precompressione e lo spessore del calcestruzzo risultante di 30 cm si mostrano perciò chiaramente fondate.

Anche dal punto di vista architettonico, il ponte colpisce per la sua audacia e semplicità anche formale. In modo simile ai ponti sospesi, il principio statico del ponte a nastro teso è immediatamente leggibile da parte dell'osservatore. Spesso, tuttavia, la formazione delle spalle del ponte a nastro teso non è del tutto soddisfacente. Inoltre l'aver spesso prediletto nella pratica i rinforzi dei nastri tesi sopra gli appoggi, basati esclusivamente dal punto di vista tecnico, non è completamente soddisfacente dal punto di vista estetico.

Anche l'elegante ponte Bircherweid può essere criticato per questi rinforzi. Zorzi introduce nel suo progetto le lunghe superfici di rotolamento sotto il nastro teso non rinforzato e risolve perciò in modo convincente questo problema estetico. Per questo ha bisogno di potenti spalle del ponte. Ma ora nella zona degli appoggi il terreno è più pianeggiante rispetto a quello nella profondità della gola. Esso appare dunque ideale per sostenere le potenti spalle del ponte.

Dovrebbero inoltre essere discusse alcune questioni relative all'esecuzione. Dal punto di vista odierno l'introduzione di una precompressione con zavorra sembra complicata e costosa. Nondimeno Zorzi con questo ha potuto evitare una precompressione successiva dei cavi a partire dai punti di ancoraggio. È da pensare che egli abbia considerato come critico pretensionare i cavi che erano già completamente sotto carico; è anche possibile che i lunghi percorsi dei cavi avrebbero portato a incertezze nella valutazione delle perdite di attrito. Ci si chiede anche se la realizzazione della parte di carreggiata rinforzata sopra la parte posteriore degli appoggi nei singoli blocchi sarebbe stata veramente sensata (fig. 8). Un'alternativa a ciò avrebbe significato la costruzione dal fondo della valle verso l'alto, con la quale si sarebbero verificati anche altri problemi da risolvere, come l'organizzazione di una strada di accesso temporaneo alle corde. Queste domande, tuttavia, assumono un ruolo secondario nella valutazione del concetto del ponte.

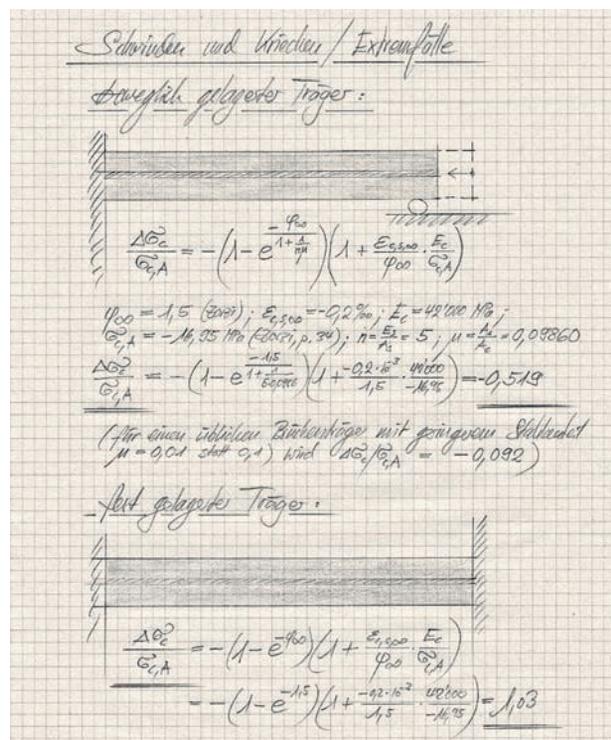
Nello scrivere questo articolo, le valutazioni sulla perdita di tensione mi hanno impegnato molto. Il modello di Zorzi, di considerare le perdite della forza di precompressione nel calcestruzzo da ritiro e scorrimento viscoso attraverso una modifica del modulo di elasticità sarebbe adeguato nel caso di travi precomprese liberamente spostabili orizzontalmente (fig. 30 sopra). I nastri tesi sono tuttavia elementi strutturali fissati lateralmente e l'accorciamento del calcestruzzo genera anche forze di scarico



esterne. Essi assumono una posizione intermedia tra i sistemi mostrati in alto e basso di fig. 30. Un calcolo secondo il metodo di Dischinger,<sup>14</sup> che tiene conto del fissaggio delle estremità del nastro teso, conduce a perdite di forza di tensione notevolmente maggiori rispetto a quelle calcolate da Zorzi (figg. 27-28). Le sollecitazioni nel calcestruzzo, che sono inizialmente molto elevate dopo la precompressione, si ridurranno in gran parte col passare del tempo. Questa circostanza non ha tuttavia conseguenze gravi poiché le sezioni trasversali sono riempite così fortemente di acciaio a tal punto che le sollecitazioni risultanti dal carico di servizio rimangono basse anche con una completa assenza di precompressione. Negli elementi di giunto senza armatura continua si possono considerare i cavi di precompressione stessi come armatura. Il momento flettente dovuto al carico del traffico genera sollecitazioni aggiuntive (senza precompressione) nei cavi da 105 kg/cm<sup>2</sup> (10.5 MPa) e nel calcestruzzo di -36 kg/cm<sup>2</sup> (-3.6 MPa) (fig. 29). Sotto queste basse sollecitazioni di trazione temporanee non c'è da temere la fessurazione della sezione trasversale, normalmente dannosa.<sup>15</sup> Inoltre questo caso corrisponde a una considerazione di valore estremo - infatti una parte rimanente della precompressione rimane nella sezione trasversale. L'applicazione di una precompressione in nastri tesi di calcestruzzo ha dunque ancora senso. Queste considerazioni mostrano che il progetto di Zorzi del ponte di Guayllabamba ha portato a una struttura «robusta» che si sarebbe comportata anche sotto condizioni diverse in modo sicuro e soddisfacente.

Traduzione di Giulia Boller

\* Jürg Conzett è partner dello studio di ingegneria Conzett Bronzini Partner a Coira. Insieme a Gianfranco Bronzini ha progettato diversi ponti a nastro teso in vari materiali e alcuni di questi sono stati realizzati.



29<sup>T</sup>30

### Versuch einer Interpretation

Von Silvano Zorzi ist das Projekt einer 300 m weit gespannten Spannbandbrücke in Ecuador überliefert. Glücklicherweise ist auch der technische Bericht zu diesem Projekt mit den entsprechenden Berechnungen erhalten geblieben. Die Unterlagen geben einen guten Einblick in die Denkweise des bedeutenden Ingenieurs und in konzeptionelle Belange der 1960er-Jahre. In meinem Beitrag versuche ich, die Überlegungen Zorzi, die zu diesem ungewöhnlichen Projekt geführt haben, nachzuvollziehen. Im Interesse einer kritischen Würdigung der Vergangenheit diskutiere ich einzelne Aspekte von Zorzi's Projekt auch aufgrund eigener Erfahrungen mit Spannbandbrücken. Offene Fragen betreffen den Bauvorgang und den Umgang mit der Vorspannung. Diese Punkte hätten jedoch leicht geklärt werden können. Das Projekt der Guayllamba-Brücke ist ein faszinierendes Dokument der Innovationen, die die Entwicklung des vorgespannten Betons begleiteten. Zusammenfassung des Autors

### Note:

1. Ulrich Finsterwalder, *Projekt einer Spannbandbrücke über den Bosphorus*, 1958, IABSE congress report Nr. 6/1960.
2. René Walther, *Ulrich Finsterwalder, Wettbewerbsprojekt einer Spannbandbrücke für die Zoobrücke Köln*, 1961, «Schweizerische Bauzeitung» (SBZ) 20.02.1969, p. 133.
3. René Walther, *Spannbandbrücke Wildegg*, 1964, Schweizerische Bauzeitung (SBZ) 20.02.1969, p. 134.
4. René Walther, *Spannbandbrücke Bircherweid*, 1965, «Schweizerische Bauzeitung» (SBZ) 20.02.1969, pp. 134-135.
5. Ulrich Finsterwalder, *Entwicklungen im Massivbrückenbau*, IABSE congress report, 6, 1960, pp. 351-352.
6. René Walther, *Spannbandbrücken*, «Schweizerische Bauzeitung» (SBZ), 20.02.1969, p. 133-137.
7. Così ha spiegato Christian Menn nel 1969: «Il problema di definire un ponte ad arco con una carreggiata curva orizzontale in modo staticamente,

economicamente ed esteticamente funzionale si riduce così - dopo la determinazione dell'interdipendenza della trave, dei supporti e della curvatura della carreggiata - alla scelta di pochissimi elementi iniziali» (Christian Menn, *Viamala-Brücke der N13*, «Werk», 9, 1969, p. 616).

7. Silvano Zorzi, Lucio Lonardo, *Ponte sobre el Rio Guayllabamba, Anteproyecto, Memoria tecnica y descriptiva*, Milan, febbraio 1968, p. 3.
9. *Ibidem*, p. 29.
10. In questa fase la forza per trefolo ammonta a 20'660 / 600 = 34.43 t. Ogni trefolo è costituito da 19 fili, la forza ammonta a 1.81 t per filo. Con 6 mm di diametro la rigidezza alla flessione ammonta a 21'000 · 63.6 = 1'340'000 kg mm<sup>2</sup>. Su uno spigolo vivo si ottiene un momento flettente di  $M = \frac{1}{2} \cdot 0.00374 \cdot V (1'810 \cdot 1'340'000) = 91.9$  kg mm per filo, secondo la fig. 11. Questo genera nel filo una bassa sollecitazione di flessione di  $\sigma_b = 4.34$  kg/mm<sup>2</sup>, mentre la sollecitazione normale in questo momento è di 64.0 kg/mm<sup>2</sup>.

11. Zorzi esegue il calcolo con un modulo di elasticità molto elevato per i cavi a trefoli pari a 2'100 t/cm<sup>2</sup> (oggi valori comuni sono 1'950 t/cm<sup>2</sup>). Secondo Zorzi, la rigidezza associata alla forza normale dei cavi di precompressione ammonta nello stesso tempo a  $EA = 2'100 \cdot 3'186 = 6'690'000$  t.
12. Durante la costruzione del ponte ferroviario sopra il fiume Aare a Berna si è eseguita nel 1938 una prova di carico della centina con sacchi pieni di ghiaia con un peso totale di 3000 t. Cfr. Hans Kaegi, *Das Lehrgerüst für die neue Aarebrücke der SBB in Bern*, «Schweizerische Bauzeitung» (SBZ), 22.10.1938, p. 206.
13. Fritz Stüssi, *Leben und Werk von Othmar H. Ammann*, «Schweizerische Bauzeitung» (SBZ), 22.09.1966, p. 667.
14. Fritz Leonhardt, *Spannbeton für die Praxis*, Berlin 1955-1962, pp. 312 e sgg.
15. È stato possibile rilevare fenomeni simili sul ponte a nastro teso e precompresso Mülimatt a Brugg / Windisch (Svizzera).

# Silvano Zorzi ingegnere contemporaneo

Giulio Barazzetta, Gabriele Neri

## Svizzera, Italia, Inghilterra: architettura e ingegneria italiane al RIBA

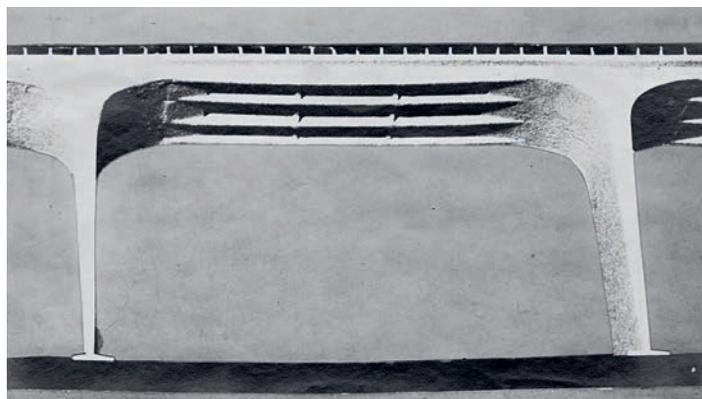
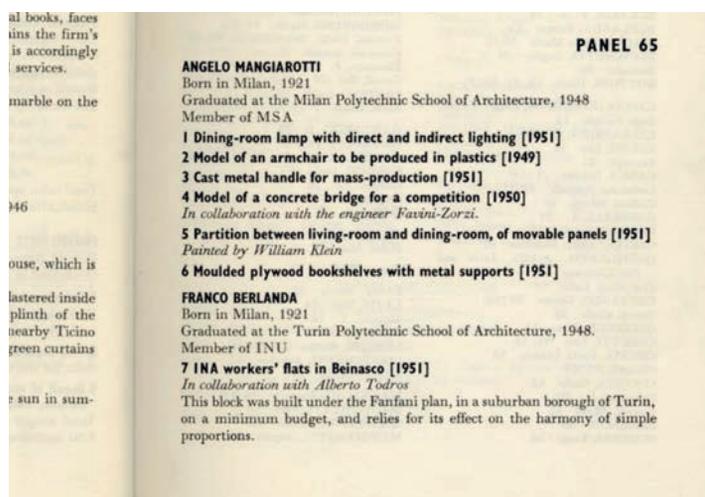
Dal 24 marzo al 30 aprile 1952 al Royal Institute of British Architects (RIBA) di Londra viene allestita la mostra *Italian Contemporary Architecture, an exhibition prepared by the Italian CIAM Group – sponsored by the Italian Institute*, a cura di Franco Albini e Enrico Peressutti.<sup>1</sup> L'esposizione, frutto del gruppo italiano all'ottavo CIAM di Hoddeston (1951), consiste in 65 pannelli che riproducono una selezione di opere realizzate da progettisti Italiani dal 1930 al 1951. Poche opere d'ingegneri si alternano o sono in collaborazione con quelle di architetti. I pannelli, purtroppo, sono andati dispersi; alcune fotografie sono però pubblicate nel numero monografico della rivista «Rassegna» dedicata agli ultimi CIAM,<sup>2</sup> mentre altre sono conservate presso gli Archivi Storici del Politecnico di Milano. Ciò che maggiormente interessa qui è il valore documentario della mostra, una «lista» di opere rappresentative della cultura italiana nel nuovo quadro internazionale, che anticipa di pochi anni il celebre volume di Kidder Smith intitolato *Italy Builds – l'Italia costruisce*, edito da Comunità nel 1955 (fig. 2).<sup>3</sup>

In questo caso è proprio il gruppo CIAM che ha selezionato le opere; perciò già solo l'indice dei nomi appare rilevante. Il catalogo della mostra, con le prefazioni di Robert Fourneax Jordan, allora *principal* della scuola dell'Architectural Association di Londra, e di Giulio Carlo Argan, fortunatamente elenca tutti i pannelli con le didascalie e i crediti delle opere presentate in ciascuno.

Nel pannello dedicato a Angelo Mangiarotti, nel catalogo,<sup>4</sup> fra progetti d'arredo e disegno industriale colpisce la presenza di un viadotto progettato in collaborazione con Aldo Favini e Silvano Zorzi per un concorso nel 1950. Una testimonianza importante da leggere nella prospettiva dell'ingegneria italiana (fig. 1). La figura è la fotografia del modello di concorso. Il pannello è disperso, ma la fotografia rintracciata nell'archivio di Angelo Mangiarotti identifica un negativo su

**1 e 3** Pagina e copertina del catalogo della mostra: *Italian Contemporary Architecture*, (Londra, RIBA, 24 marzo-30 aprile 1952).  
Fonte Archivio Giulio Barazzetta

**2** Angelo Mangiarotti con Aldo Favini e Silvano Zorzi, progetto di concorso per il viadotto di Sasso Marconi, 1950. Modello di studio (particolare). Fonte Fondazione Angelo Mangiarotti



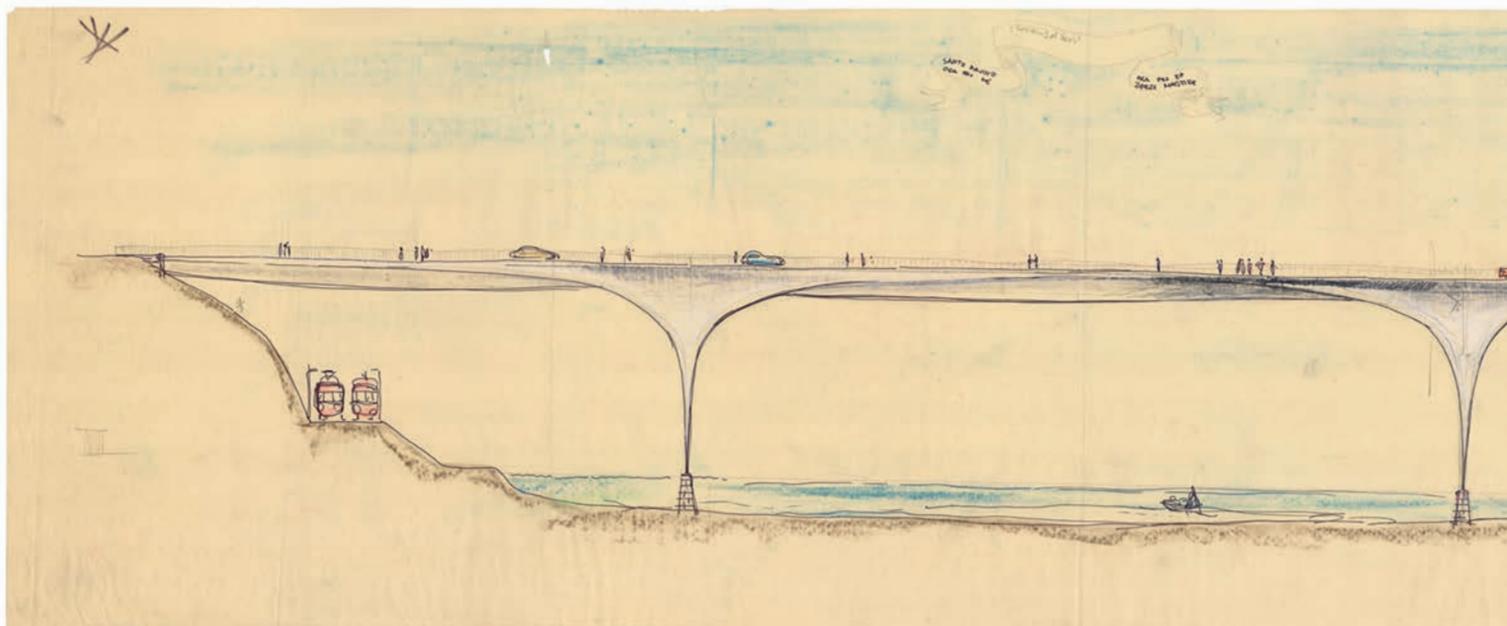
tre indicandolo come prescelto da stampare e, dandone la misura per l'impaginazione in 10 pollici, poco più di 25 cm, fornisce un buon indizio per associare la foto al pannello inglese (fig. 3). L'immagine prescelta ritrae una campata retta da due pile snelle al piede e profilate in curva all'incastro, che portano travi e impalcato nella luce. Si può anche notare che nelle vedute generali di due negativi scartati, il viadotto attraversa una valle con tre campate complete e due mezze, conclusive, appoggiate ai versanti opposti.

Nello stesso archivio si trovano vari schizzi a colori, su carta velina da sotto lucido, tipici dell'incessante operosità di Mangiarotti, che mostrano varianti del ponte impostato come un viadotto su più campate a scavalco del fondovalle, studi che nell'identica sezione con la ferrovia a sinistra, corrispondono al modello fotografato (fig. 4). Nello schizzo con una sola campata intermedia, una veduta animata da passanti, auto e roulotte, si nota a destra un'idea di sezione delineata in matita che potrebbe essere il dettaglio del ciglio dell'impalcato: l'orditura secondaria e quella primaria sono sovrapposte a mostrarne la tettonica. Al centro della tavola nel cartiglio sovrastante il disegno si può leggere a sinistra: «santo Favino ora pro me», e a destra: «ora pro eo Zorzi martire». Questa ironica condivisione dell'opera ci autorizza a identificare questo progetto con quello esposto alla mostra del RIBA, unica prova materiale di una comunanza perdurante e, in questo caso, del ruolo di Favini e Zorzi come «garanti» per le strutture del progetto di Mangiarotti. Un altro schizzo con tre campate intermedie è il più simile al modello fotografato per la snellezza delle pile e il profilo dell'impalcato. Tre indizi: la coincidenza delle date, la stessa sezione della valle e un'annotazione marginale su questo materiale, identificato in archivio come «sassomarconi»,<sup>5</sup> ci autorizzano al confronto diretto con il progetto di Cestelli Guidi e Nervi, secondo premio al concorso per il ponte sul Reno a Sasso Marconi del 1951,<sup>6</sup> e ci porta alla finale identificazione di questo unico loro progetto a tre, forse solo uno studio, come elaborato per lo stesso concorso.<sup>7</sup>

Perché questa collaborazione appare così rilevante? Nel 1950 Zorzi, Mangiarotti e Favini, tre protagonisti dell'ingegneria, del design e dell'architettura italiana del secondo dopoguerra, sono all'inizio delle loro carriere. Si sono incontrati a Losanna nel 1944, nel Campo Universitario Italiano presso l'École Polytechnique di Losanna, fondato da Gu-

stavo Colonnetti per gli studenti italiani militari internati.<sup>8</sup> Aldo Favini era assistente di Colonnetti; Angelo Mangiarotti e Silvano Zorzi erano studenti. Nel 1945 Favini si trasferisce al Centro di Studi per l'Edilizia di Winterthur.<sup>9</sup> Fondato nella primavera del 1944 da Gustavo Colonnetti, Ernesto N. Rogers e Maurizio Mazzocchi,<sup>10</sup> come filiazione diretta del Campo Universitario, il Centro di Studi è rivolto ai grandi temi della Ricostruzione e «in breve tempo assume i contorni di un vero e proprio corso di specializzazione per laureati delle facoltà di Architettura e Ingegneria».<sup>11</sup> La sua attività è incentrata sulla progettazione integrata per l'industrializzazione della costruzione, circoscrive le principali indagini di progettazione del tempo e ne prefigura i prodotti.<sup>12</sup> Ne fanno parte o collaborano al Centro, fra gli altri: Vico Magistretti, Paolo Chessa, Carlo Rusconi Clerici, Giulio Minoletti, Aldo Favini e molti studenti fra cui, da citare per il nostro fine, Mangiarotti e Zorzi.<sup>13</sup> Nel 1945 Zorzi si laurea all'École Polytechnique in Ingegneria delle costruzioni, dopo aver studiato con Alfred Stucky (1892-1969), specialista di dighe, relatore della sua tesi di laurea: il progetto di una diga. Rientrato in patria dal 1946 collabora con il Centro studi per la Coazione elastica di Colonnetti al Politecnico di Torino, poi, dopo alcune collaborazioni, apre nel 1950 l'attività in proprio che proseguirà dal 1955 con Giorgio Macchi. Nel 1945 Mangiarotti rientra in Italia, termina gli studi in Architettura e si laurea in al Politecnico di Milano nel 1948. Dal 1946 al 1953 è attivo a Milano più come intellettuale che come architetto; la sua attività di progettista inizierà al suo rientro dagli Stati Uniti nel 1955 associandosi con Morassutti. Nel 1945 Favini rientra in Italia, a Milano, dove dalla fine dello stesso anno è direttore tecnico dell'impresa Tamburini sino al 1956, quando apre la sua attività professionale. La sua prima opera, subito nota in Europa per la pensilina a volta sottile ondulata, è la stazione di servizio «Aquila» a Sesto San Giovanni del 1949. Brevetta nel 1951 il proprio metodo di precompressione come «Sistema Favini».<sup>14</sup> Ultima circostanza di rilievo: Aldo Favini riferisce che nel 1950 su espresso suggerimento di Gustavo Colonnetti, lui stesso assieme a Silvano Zorzi si recò in Francia per incontrare Eugène Freyssinet.

Per tutti questi motivi il progetto finora inedito datato 1950 del viadotto di Sasso Marconi, pubblicato in queste pagine, è un'opera che mostra la vocazione «genetica» al progetto integrato di architettura, ingegneria e costruzione, parte



costituente di quello che è stato chiamato il «Design strutturale» italiano.<sup>15</sup> Questo è anche un progetto che testimonia la natura e la durata delle esperienze del Centro Studi di Winterthur che, assieme al campo Universitario di Losanna, costituisce senz'altro una delle maggiori premesse alla straordinaria stagione dell'architettura e dell'ingegneria italiana che segue la Ricostruzione.

#### Italia, Svizzera, Germania: verso l'industrializzazione

Se il viadotto esposto a Londra nel 1952 appare rappresentativo degli effetti a breve raggio temporale dell'esperienza svizzera per il suo straordinario *milieu* accademico e professionale, portatore di una cultura politecnica italiana condensatasi in territorio elvetico,<sup>16</sup> nel decennio successivo è possibile verificare come si continuasse a guardare oltre le Alpi, alla ricerca di nuove modalità tecniche ed espressive da spendere nella modernizzazione della Penisola.

Silvano Zorzi è ancora al centro di questo scambio internazionale. All'inizio degli anni Sessanta, infatti, nell'ambito dei congressi della Federazione Internazionale del Precompresso (FIP) che si svolgevano in Italia,<sup>17</sup> egli entrò in contatto diretto con la grande società tedesca di costruzioni Dyckerhoff und Widmann, nota come Dywidag. Fondata nel 1865 da Heinrich Lang, Franz Serger e l'industriale del cemento Wilhelm Gustav Dyckerhoff,<sup>18</sup> la Dywidag stava sviluppando dalla fine degli anni Cinquanta, grazie alle ricerche di Ulrich Finsterwalder (1897-1988),<sup>19</sup> avanzati sistemi di precompressione che verranno commercializzati in vari paesi, tra cui appunto l'Italia.

Il contatto fu innescato dall'interesse dell'ingegner Vanoni, direttore della società di progettazione autostradale italiana SPEA.<sup>20</sup> La SPEA voleva utilizzare i sistemi della Dywidag per realizzare ponti a sbalzo in Italia, a cominciare dall'autostrada Genova-Sestri, e per fare ciò aveva bisogno di un tramite tra le due società, meglio se un buon progettista. Zorzi fu il prescelto.

La rivoluzione consisteva nel realizzare viadotti con «impalcato di cemento armato precompresso costruiti parzialmente a sbalzo, pile e travi prefabbricate varate a chiusura del vano tra gli sbalzi»,<sup>21</sup> realizzando il getto di successivi tratti di impalcato, progressivamente congiunti.<sup>22</sup> In questo modo si eliminavano le strutture provvisorie dei ponteggi installati a terra e quindi si poteva sviluppare il cantiere «in

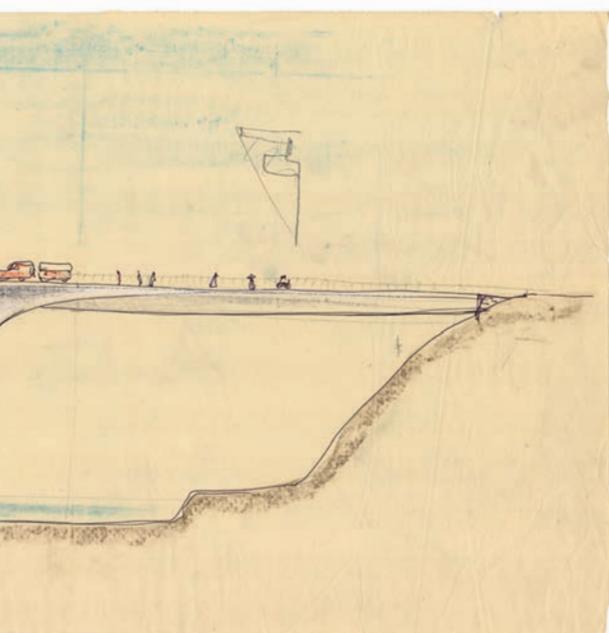
aria», con meno problemi e costi rispetto a un cantiere tradizionale. Tale sistema, antesignano dei successivi carrelloni a sbalzo, è applicato in Italia per la prima volta proprio da Zorzi sull'Autostrada Genova-Sestri Levante, con il viadotto sul torrente Nervi (1964).<sup>23</sup>

La Svizzera si rimette a operare nella traiettoria di Zorzi tra Milano e la Germania tramite l'ingegner André Bertoncini, collaboratore di lunga durata di Zorzi, ma a lui legato dalla sua stessa vicenda poiché fu proprio la sua famiglia a ospitare Zorzi a Losanna negli anni dell'esilio. Bertoncini nato nel 1937, incontra dunque Zorzi nel 1944. Colpito dalla sua figura, decide poi di seguirne le orme professionali: laureatosi in ingegneria nel 1963 a Losanna, nel luglio dello stesso anno si reca a Milano per lavorare con lui.

La sua conoscenza del tedesco ne favorì il ruolo di «mediatore tecnico» tra la società IN.CO. (Ingegneri Consulenti SpA, costituita da Zorzi in Italia nel 1961, nata dal preesistente Studio Tecnico Dott. Ing. Silvano Zorzi) e la Dywidag, interessata a commercializzare e divulgare alle imprese costruttrici il suo sistema costruttivo. La IN.CO. conquistò presto un ruolo decisivo nella progettazione, nella traduzione, nella verifica e anche nel rispetto di una tecnologia sofisticata e delle sue rigorose applicazioni.

Dalla testimonianza di Bertoncini si comprende bene la «cura» che IN.CO. SpA aveva nel rispetto del sistema: «era un rapporto di reciproco scambio, che passava da me che andavo avanti e indietro dalla Germania all'Italia. Gli altri invece molto spesso modificavano a loro piacimento, per interessi economici o per ignoranza, sbagliando tutto, senza capire. Eravamo «i progettisti di fiducia» della Dywidag e per questo ci davano da fare moltissimi ponti a sbalzo, sull'autostrada Genova-Sestri e poi sulla Savona-Ventimiglia. Alla fine degli anni Sessanta facevo continuamente il giro dei cantieri: partivo da Milano alle 4 di mattina: direzione Torino, Col di Tenda; arrivavo al Viadotto Borghetto (Bordighera) alle 9 circa, facevamo tutto. A mezzogiorno avevo finito, e proseguivo per andare al cantiere del viadotto San Lorenzo (tra Sanremo e Imperia). Stavo in cantiere e alle 17 mi rimettevo in auto per andare a Genova, per attraversarla – al tempo non c'era la sopraelevata! – e arrivare intorno alle 18,30 al viadotto del Bisagno».<sup>24</sup>

L'uso che fa Zorzi di simili procedimenti segna la grande differenza rispetto alla generazione precedente dei mae-



4 Angelo Mangiarotti con Aldo Favini e Silvano Zorzi, progetto di concorso per il viadotto di Sasso Marconi, 1950. Prospettiva, studio con una sola campata centrale. Fonte Fondazione Angelo Mangiarotti

5 Il viadotto sul Veilino per l'autostrada Genova-Sestri Levante, 1965, particolare della costruzione con carrelloni a sbalzo sistema Dywidag. Fonte Archivio Autostrade



stri che inventano e brevettano il proprio sistema utilizzando nelle loro opere. Applicando un brevetto industriale leader come quello di Dywidag alla scala della «trasformazione del mondo» dei suoi progetti, rispettandone i vincoli ma mettendo a frutto le possibilità produttive intrinseche, Zorzi sceglie un rapporto di continuo dialogo con la produzione industriale, passando in questo modo dal ruolo di «ripetitore», semplice applicatore di un procedimento, a quello di «produttore»,<sup>25</sup> partecipando attivamente alla sua continua innovazione attraverso il contributo originale del suo stesso lavoro.

### Presenze simultanee e contaminazioni

Quelli sopra descritti sono due momenti fondamentali della complessa carriera di Zorzi. Anche se parziali e non esaustivi essi evidenziano il perdurante legame tra la potenzialità della formazione interdisciplinare a Losanna e la successiva dimensione internazionale europea sviluppata nel suo lavoro. Tali momenti sono paradigmatici perché mo-

strano con chiarezza la contaminazione di approcci diversi che s'integrano nella sua intera opera, facendola progredire costantemente verso una pratica consapevole della loro concezione e produzione.

Il viadotto esposto al RIBA segna l'appartenenza di Zorzi a un *milieu* particolare, nel quale – pur nella specializzazione dei singoli ambiti disciplinari, peraltro d'eccellenza – i mondi dell'ingegneria, dell'architettura e del design vanno a compenetrarsi nell'idea di una progettazione «totale» del mondo, funzionale alla Ricostruzione e orgogliosamente attenta sia alla dimensione tecnica che a quella estetica. In altre parole, Zorzi, grazie alla continua frequentazione e confronto sui temi della progettazione avanzata, frutto proprio dall'esperienza in Svizzera, sviluppa assieme a una solida base scientifica e costruttiva anche un'acuta sensibilità per il ruolo che la forma strutturale gioca in situazioni naturali o urbane.

In questo tema possiamo intravedere l'intreccio della ricerca e dell'insegnamento di Gustavo Colonnetti, della sua

#### Note:

1. The Italian CIAM Group, *Italian Contemporary Architecture, an exhibition prepared by the Italian CIAM Group – sponsored by the Italian Institute*, RIBA, London 1952.
2. Cfr. «Rassegna», 52, 1992.
3. George Everard Kidder Smith, *L'Italia costruisce. Sua architettura moderna e sua eredità indigena*, Edizioni di Comunità, Milano 1955 (ed. it. di *Italy Builds*, Architectural Press, London / Reinhold Publishing Corporation, New York 1955).
4. The Italian CIAM Group, *Italian Contemporary Architecture*, cit., p. 38.
5. Il lavoro d'indagine su questo progetto è stato svolto grazie a Edoardo Nava Mangiarotti e Yves Ambroset presso l'Archivio dello Studio Angelo Mangiarotti, in corso di ordinamento, futura Fondazione dedicata; qui sono stati rintracciati i disegni pubblicati e una copia completa del catalogo della mostra RIBA 1952.
6. In *Carlo Cestelli Guidi*, AICAP, Roma 1997.
7. Col quale si cimenta anche Sergio Musmeci: cfr. in fondo Musmeci Sergio e Zanini Zenaide, Fondazione MAXXI - Collezioni XX secolo, due fotografie: Musmeci 1.AP/002 unità archivistica Concorso di progetto di ponte a Sasso Marconi 1950.
8. Cfr. Pier Paolo Peruccio, *La ricostruzione domestica. Gustavo Colonnetti tra cultura politecnica e industrializzazione (1943-1957)*, Celid, Torino 2005. Oltre a questa pubblicazione, per Gustavo Colonnetti, il Centro di Studi per l'Edilizia e il Campo Universitario di Losanna, si fa riferimento allo studio generale sull'argomento dei campi d'internamento italiani in Svizzera di Renata Broggin: *Terra d'asilo*, Il Mulino, Bologna 1999, e ancora a Pier Paolo Peruccio: *Il design della Ricostruzione: italiani a Losanna (1944-1950)*, 2013, rintracciabile on-line.
9. Dove pubblica il volume *Volte sottili in cemento armato*, un lavoro che «pur restando nel campo della dottrina, è certo un'utile guida alla pratica dei costruttori», come si legge nella prefazione. Il richiamo alla dottrina e in insieme alla pratica dei costruttori, in quell'anno di prorompente bisogno di ricostruzione dopo la guerra, assume un significato del tutto particolare e una chiave interpretativa della sua intera opera, cfr. in AL.FA. Fondazione Aldo Favini: [www.fondazionefavini.it/](http://www.fondazionefavini.it/); *Ritratto di Aldo Favini*, cortometraggio di G. Baresi [www.youtube.com/watch?v=KJfhh\\_DGEZE](http://www.youtube.com/watch?v=KJfhh_DGEZE)
10. Pier Paolo Peruccio, *La ricostruzione domestica*, cit., pp. 25-31.
11. *Ibidem*.
12. L'organizzazione del Centro Studi è suddivisa in sezioni di «consulenza meccanica», dedicata agli studi d'ingegneria strutturale, «schedario dell'edilizia», per la redazione di un nuovo manuale della costruzione, «organizzazione tecnica» dell'ordinamento professionale e della produzione edilizia, infine «casa prefabbricata» alla ricerca dei mezzi industriali per il maggior problema da risolvere.
13. Dall'estate 1944 il Bollettino del Centro Studi per l'Edilizia ne pubblica elaborazioni e contributi in 5 numeri, conservati in Archivio Bottoni, Politecnico di Milano.
14. Cfr. Giulio Barazzetta, *Aldo Favini, architettura e ingegneria all'opera*, Clup, Milano 2004.
15. Ilaria Giannetti, *Design strutturale*, in Tullia Iori, Sergio Poretti (a cura di), «SIXXI», 4, 2017.
16. Mario Alberto Chiorino, Gabriele Neri, *I legami tra Pier Luigi Nervi e la cultura politecnica milanese e torinese: una stagione d'oro dell'ingegneria e architettura italiana del Novecento*,

conduzione della precompressione italiana, di cui proprio Zorzi e Favini rappresentano la sperimentazione continua, assieme alla costante influenza del pensiero di Ernesto N. Rogers: dal Campo Universitario di Losanna allo sviluppo del concetto di «preesistenze ambientali»,<sup>26</sup> nelle discussioni dei CIAM di Bergamo e di Hoddeston in evoluzione verso il tema del «cuore della città».<sup>27</sup>

Questa sensibilità è particolarmente evidente nelle sopraelevate costruite a Milano. Se anche qui il punto di partenza viene dal confronto con l'esperienza estera, tuttavia Zorzi identifica il punto cruciale d'innovazione, che va oltre il quesito viabilistico, statico e costruttivo. L'inserimento di una sopraelevata nell'ambiente urbano pone questioni molto diverse rispetto a un viadotto immerso nel paesaggio: «il problema si capovolge, è soprattutto il volume sottostante al suo piano di scorrimento l'elemento determinante».<sup>28</sup> Tali pensieri porteranno Zorzi a sviluppare soluzioni a piastra continua e monolitica in calcestruzzo armato normale o precompresso, di notevole qualità ingegneristica e urbanistica, tra cui spicca la sopraelevata di viale Monte Ceneri (1964-1965), progettata in collaborazione con Giorgio Macchi.<sup>29</sup> Qui il «ribaltamento» del problema progettuale lo porta, sulla scia delle ricerche di Finsterwalder,<sup>30</sup> a estremizzare il concetto di piastra alleggerita, con appoggi a Y dallo spessore ridotto e una sezione trasversale sagomata per favorire la visione dell'intradosso: lo spazio della città sottostante. Una soluzione tecnica affrontata con uno straordinario controllo formale dell'architettura del viadotto, che del resto confermerà in molte delle sue opere successive.

Infine Zorzi, come già affermato, più di altri intraprende e persegue la strada di industrializzare progettazione e costruzione insieme, aprendo la propria società di progettazione IN.CO., con «una totale mancanza di illusioni nei confronti dell'epoca e ciononostante un pronunciarsi senza riserve per essa»,<sup>31</sup> proprio nei primi anni Sessanta come altri eredi delle idee del Centro Studi di Winterthur e del Campo Universitario di Losanna.<sup>32</sup> Lo fa in modo particolare rinunciando a brevettare «in proprio» ma confidando nei brevetti tedeschi Dywidag, certamente una «concessione» da importare e far rispettare in Italia, ma soprattutto un'idea di cantiere da integrare nella propria linea di progettazione. Si passa così dall'*invenzione autoriale* al *perfezionamento industriale*, non una banale ripetizione applicativa di un brevetto ma piuttosto la sua produzione avanzata.

Anche in questo caso, le radici concettuali di tale approccio sono rintracciabili nel periodo svizzero, nel Centro Studi in cui l'orientamento all'industrializzazione della Ricostruzione era il principale obiettivo all'ordine del giorno.<sup>33</sup> In questa prospettiva la compresenza delle due anime descritte, e allo stesso tempo il risultato di relazioni fra ambienti di ricerca scientifica e cultura professionale, contigui ma differenti, sembra essere il segreto del successo di Zorzi. Grazie alla propensione a generare questi scambi l'ingegneria italiana dagli anni Cinquanta agli Ottanta fu capace di crescere, rinnovarsi e di essere stimata in tutto il mondo.

#### Silvano Zorzi, ein Ingenieur von ungebrochener Aktualität

Der Beitrag beschreibt den internationalen Charakter des Werks von Silvano Zorzi und zeichnet die wichtigsten Stationen seiner Karriere nach, insbesondere seinen Aufenthalt in der Schweiz.

Der erste Teil schildert seine Studienzeit während des Zweiten Weltkriegs an der Polytechnischen Hochschule in Lausanne, an der er zusammen mit Kommilitonen, die später zur Berühmtheit gelangten, bei bedeutenden Professoren studierte. Das 1950 gemeinsam mit Angelo Mangiarotti und Aldo Favini konzipierte Projekt für einen Viadukt, in dem Technik, Design, Architektur und Landschaftspflege vereint sind, steht sinnbildlich für seine Schweizer Lehrzeit. Die hier gezeigten Skizzen wurden bisher noch nie veröffentlicht.

Der zweite Teil beleuchtet den kulturellen und beruflichen Austausch zwischen Zorzi und dem schweizerischen sowie deutschen Umfeld in den 1960er-Jahren, als er – auch dank dem Schweizer Ingenieur André Bertoncini – die Konstruktionssysteme des deutschen Bauunternehmens Dywidag nutzte, um in Italien atemberaubende Viadukte zu verwirklichen. Die Art und Weise, wie Zorzi solche Bausysteme anwandte, markiert einen wichtigen Unterschied zur vorherigen Generation bedeutender Ingenieure. Zorzi setzte zwar ein führendes Patent wie das von Dywidag ein und respektierte seine Grenzen, bemühte sich aber stets aktiv um seine kontinuierliche Weiterentwicklung und blieb auf diese Weise beständig in Austausch mit der industriellen Produktion.

Dank der Vereinigung dieser beiden Dimensionen – der Idee eines allumfassenden «Gesamtdesigns», das auf der Kontrolle von Technik und Form basiert, sowie dem Streben nach der Industrialisierung von Entwurf und Konstruktion – konnte sich das italienische Ingenieurwesen von den 1950er- bis in die 1980er-Jahre hinein stets weiterentwickeln und war in aller Welt hoch geschätzt.

in Sergio Pace (a cura di), *Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2011, pp. 131-143; Mario Alberto Chiorino, *Gustavo Colonnetti, uno dei padri fondatori della scienza delle costruzioni, la biblioteca di Pollone e la cultura architettonica italiana*, «Casabella», 794, ottobre 2010, pp. 94-97.

19. Cfr. Gaetano Bologna, *Realizzazioni italiane in cemento armato precompresso*, edito a cura dell'AI TEC, in occasione del IV Congresso internazionale del precompresso (F.I.P.), Roma-Napoli 1962, supplemento straordinario a «L'Industria italiana del cemento», 5, maggio 1962.

18. Cfr. Knut Stegmann, *Das Bauunternehmen Dyckerhoff & Widmann: Zu den Anfängen des Betonbaus in Deutschland 1865-1918*, Wasmuth Ernst Verlag, Tübingen 2014.

19. Su Finsterwalder cfr. Anton Tedesco, *Ulrich Finsterwalder (1897-1988)*, in *Memorial Tributes: National Academy of Engineering*, vol. 4, The National Academies Press, Washington DC 1991.

20. Informazioni fornite da André Bertoncini, intervistato dagli autori a Milano il 19 marzo 2019.

21. Cfr. *Silvano Zorzi, Ponti e viadotti*, catalogo della mostra (Verona, Museo di Castelvecchio, gennaio-febbraio 1981), De Luca, Roma 1981, p. 68.

22. *Ibidem*, p. 22.

23. Cfr. Angelo Villa (a cura di), *Silvano Zorzi ingegnere 1950-1990*, Electa, Milano 1995, pp. 70-73. Cfr. anche: Irene Blandino, *I viadotti di Silvano Zorzi. Sperimentazioni strutturali e costruttive tra gli anni Sessanta e gli anni Settanta*, tesi di Dottorato in Ingegneria Civile, Università di Tor Vergata, XXVII ciclo, relatore Tullia Iori, marzo 2015; e Irene Blandino, *Le macchine per nastri sottili di rapido scorrimento*, in «SIXX», 1, a cura di Tullia Iori e Sergio Poretti, Gangemi, Roma 2014.

24. André Bertoncini, intervistato dagli autori a Milano il 19 marzo 2019.

25. Cfr. M. Biraghi, *L'architetto come intellettuale*, Einaudi, Torino 2019.

26. Ernesto N. Rogers, *Le preesistenze ambientali e i temi pratici contemporanei*, «Casabella-Continuità», 204, 1955, pp. 3-6.

27. Ernesto N. Rogers, Josep Lluís Sert, Jaqueline Tyrwhitt (a cura di), *Il cuore della città: per una vita più umana delle comunità*, Hoepli, Milano 1954.

28. Giorgio Boaga, Gaetano Bologna, Silvano Zorzi, *Strade sopraelevate in cemento armato*, AI TEC, Roma 1968, p. 60.

29. Angelo Villa (a cura di), Silvano Zorzi, cit., pp. 52-53.

30. Irene Blandino, *I viadotti di Silvano Zorzi*, cit., cap. I.

31. Walter Benjamin, *Esperienza e povertà* (1933), in Id., *Opere complete*, Einaudi, Torino 2003, vol. V, p. 539.

32. Fra le altre esperienze importanti derivate nel tempo dal Centro Studi nella direzione della progettazione integrata va segnalata quella della società di progettazione TEKNE-VRC in cui si fondono le culture industriali avanzate di Olivetti e Pirelli. Fondata da Carlo, Mario e Giulio Rusconi Clerici assieme a Giuseppe Valtolina, cui si aggiunge il contributo di Roberto Guiducci.

33. I cinque numeri del Bollettino sono conservati presso l'Archivio Bottoni del Politecnico di Milano.

Ing. Silvano Zorzi  
Ing. Giorgio Macchi

# Sovrappasso di viale Scarampo, viadotto viale Certosa-Monte Ceneri 1959-1965

## Sovrappasso di viale Scarampo

<b>Dati</b>	<b>località</b>	viale Scarampo, Milano
	<b>anno</b>	1959-1960
<b>Geometria</b>	<b>lunghezza</b>	350 m: campate 18-21 m
	<b>larghezza</b>	14 m
	<b>altezza statica</b>	0.25 m minimo ai lati, 1 m in campata in mezzaria, 1.4 m sugli appoggi in mezzaria
	<b>altezza pile</b>	2.50-4.50 m
<b>Statica</b>	<b>schema</b>	trave continua
	<b>elementi portanti verticali</b>	pile su fondazioni dirette
	<b>elementi portanti orizzontali</b>	impalcato a travata continua gettata in opera
<b>Esecuzione</b>	<b>impresa esecutrice</b>	Angelo Farsura SpA
	<b>metodo</b>	getto in opera
	<b>scelta del materiale</b>	calcestruzzo armato

## Viadotto viale Certosa-Monte Ceneri

<b>Dati</b>	<b>località</b>	viale Certosa-Monte Ceneri, Milano
	<b>anno</b>	1963-1965
<b>Geometria</b>	<b>lunghezza</b>	1000 m: campate 20-22 m + 2 attraversamenti da 42 m
	<b>larghezza</b>	15 m
	<b>altezza statica</b>	0.25 m minimo ai lati, 1.13 m in campata in mezzaria, 1.60 m sugli appoggi
	<b>altezza pile</b>	6.00 m
<b>Statica</b>	<b>schema</b>	trave continua
	<b>elementi portanti verticali</b>	pile su fondazioni dirette e su pali
	<b>elementi portanti orizzontali</b>	impalcato a travata continua gettata in opera
<b>Esecuzione</b>	<b>impresa esecutrice</b>	Angelo Farsura SpA
	<b>metodo</b>	campate ordinarie: getto in opera, attraversamenti da 42 m: cemento armato precompresso
	<b>scelta del materiale</b>	calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso



Nel corso della sua carriera, Silvano Zorzi si è trovato ben presto di fronte a un tema progettuale relativamente poco sperimentato e al contempo molto complesso in termini di esigenze architettoniche, urbanistiche e funzionali. La crescita economica degli anni Cinquanta richiedeva infatti la costruzione di strade sopraelevate urbane.

Zorzi, nell'affrontare questo tema, fa espressamente riferimento a quanto realizzato dall'ingegnere tedesco Finslerwalder, che ha depositato qualche anno prima alcuni brevetti per la costruzione di impalcati a piastra, ma lo personalizza e lo orienta secondo il suo approccio progettuale, basato sul connubio di tecnica ed estetica, per ottenere quello che lui definisce «un nastro sottile».

La ricerca intrapresa da Zorzi ha modo di trovare il suo primo riscontro pratico quando gli viene affidata la progettazione della circonvallazione ovest di Milano.

Il progetto, sviluppato con la collaborazione dell'ingegnere Giorgio Macchi e realizzato dall'impresa Angelo Farsura SpA, è il principio di un sodalizio professionale lungo e proficuo. Il primo tratto consta nel sovrappasso di viale Lodovico Scarampo: una sopraelevata di circa 350 m costituita da pile centrali, di altezza variabile tra 2.5 m e 4.5 m, che sostengono un impalcato a nastro sottile, monolitico, largo 14 m e rinforzato al centro da costolature triangolari in grado di riprendere gli sforzi di momento e di taglio trasmessi in corrispondenza degli appoggi.

Successivamente Zorzi realizza una seconda sopraelevata, quella che lungo l'asse delle vie Renato Serra e Monte Ceneri completa la circonvallazione ovest.

Si tratta un'opera di circa 1 km in cui le pile centrali, anche in questo caso, supportano la piastra continua dell'im-

palcato su capate di 20 m che raggiungono i 42 m in corrispondenza dell'intersezione con viale Certosa e via Mac Mahon. In questo progetto Zorzi riesce a sintetizzare la sua idea di infrastruttura urbana. Scegliendo la tipologia strutturale della piastra continua bidirezionale, realizzata in calcestruzzo armato gettato in opera senza precompressione (se non dove le luci maggiori lo richiedono) e sostenuta da pilastri puntuali di altezza e sezione contenute, egli persegue il suo obiettivo, ovvero la realizzazione di quell'idea di nastro sottile che ben si inserisce nel contesto urbano.

Così anche la sezione stradale, con uno spessore degradante verso l'esterno e le pile che si allargano per accogliere l'impalcato, donano una qualità non solo ingegneristica ma anche architettonica all'opera; denotando come il progettista, pur non avendo tralasciato alcun dettaglio, abbia focalizzato l'attenzione sulla parte più visibile dell'opera, ovvero l'intradosso. VG

2  
3



4

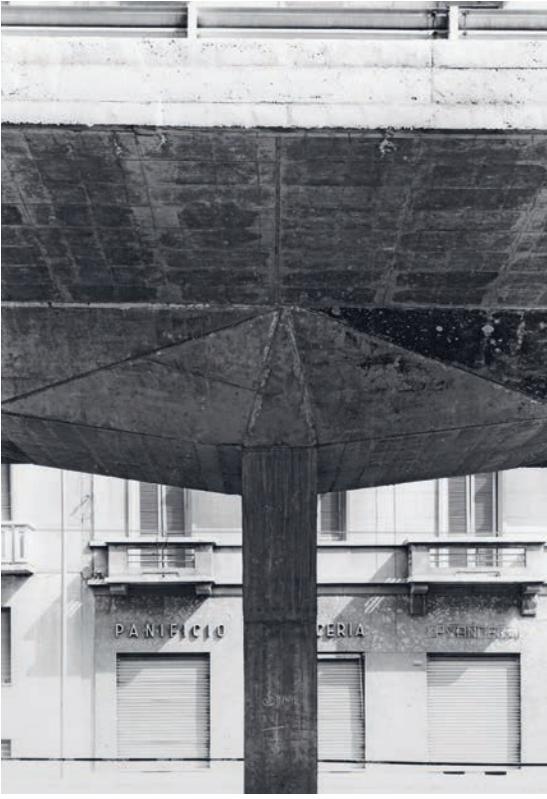
- 1-2 Sovrappasso di viale Scarampo, opera conclusa
- 3 Viadotto di viale Certosa-Monte Ceneri, opera conclusa
- 4 Viadotto di viale Certosa-Monte Ceneri, getto dell'impalcato
- 5 Viadotto di viale Certosa-Monte Ceneri, fase di cantiere
- 6 Viadotto di viale Certosa-Monte Ceneri, vista dell'attraversamento su viale Certosa
- 7-8 Viadotto di viale Certosa-Monte Ceneri, viste di dettaglio della sagomatura delle pile
- 9 Sovrappasso di viale Scarampo, opera conclusa

Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano

#### Bibliografia

- S. Zorzi, L. Magagnato, Silvano Zorzi: *ponti e viadotti*, Museo di Castelvecchio, De Luca Editore, Verona 1981
- S. Zorzi, A. Villa, E. Martinelli, Silvano Zorzi: *ingegnere 1950-1990*, Electa, Milano 1995
- T. Iori, S. Poretti, *SIXXI: storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2014-2017
- G. Barazzetta, M. Landsberger, *Itinerari di architettura milanese: Produrre\_muoversi\_abitare, struttura e forma nell'architettura milanese contemporanea*, Ordine degli architetti di Milano, Milano 2013
- I. Blandino, *I viadotti di Silvano Zorzi: sperimentazioni strutturali e costruttive tra gli anni Sessanta e gli anni Settanta*, Tesi di dottorato in ingegneria civile, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma 2015
- S. Zorzi, *Il primo esempio di strada sopraelevata in Milano*, L'Industria Italiana del Cemento, 1961, n.3, pp. 135-140.

5  
6



7+8  
9+



**Ing. Silvano Zorzi**  
**Ing. Lucio Lonardo**  
**Ing. Sabatino Procaccia**

# Viadotto sul Torrente Sfalassà 1968-1972

<b>Dati</b>	<b>località</b>	Bagnara Calabra (Reggio Calabria) – Autostrata Salerno Reggio Calabria
	<b>anno</b>	1968-1972
<b>Geometria</b>	<b>lunghezza</b>	893 m: 22 m + 11 × 45 m + 376 m (portale metallico)
	<b>larghezza</b>	19.10 m
	<b>altezza statica</b>	2.4 m calcestruzzo armato e precompresso, 6.4 m cassone metallico
<b>Inserimento</b>	<b>topografia</b>	fondo valle a 254 m, con pendenze ripide (fino al 100%, costante) dei fianchi
	<b>planimetria</b>	tratto centrale rettilineo di 400 m e due raccordi in curva (raggio minimo di 310 m)
	<b>altezza</b>	254 m sul fondo valle, pila più alta di 130 m
	<b>geotecnica</b>	formazioni di gneiss e micascisti in situazione di equilibrio precario recanti segni di antiche frane ed erosioni
<b>Azioni</b>	<b>azione del vento</b>	elevata
	<b>azione sismica</b>	zona sismica 1 (massima)
	<b>contesto idrogeologico</b>	rischio frane
<b>Statica</b>	<b>schema</b>	campate di accesso con travi semplici prefabbricate (armate e precomprese) parte centrale ad arco portale spingente in acciaio
	<b>elementi portanti verticali</b>	puntoni dell'arco portale pressoché ortogonali all'inclinazione dei versanti
	<b>elementi portanti orizzontali</b>	impalcato metallico a cassone e impalcato a lastra ortotropa
	<b>prova di carico</b>	20.12.1972, 88 autocarri da 22 t, deformazioni migliori del 20% rispetto al previsto
	<b>giunti</b>	giunti di dilatazione ogni 70 m
	<b>fondazioni</b>	pozzi a cono profondi per evitare le zone soggette a movimenti franosi
<b>Motivi esclusione altri sistemi</b>	<b>arco</b>	motivi economici e difficoltà costruttiva
	<b>sospeso/strallato</b>	azione del vento e problemi con i tiranti di ritenuta dal conflitto geometrico con il tracciato curvo degli accessi nonché dalla natura geologica
<b>Esecuzione</b>	<b>quantitativo materiale</b>	4'200 t acciaio (11.2 t/m, compresi puntoni inclinati)
	<b>impresa esecutrice</b>	Impremoviter S.p.A., Milano – Società Nazionale Officine di Savigliano, Torino – SOIMI S.p.A., Milano
	<b>metodo</b>	con tiranti di ritenuta (problemi dati dal conflitto geometrico con il tracciato curvo degli accessi e dalla natura geologica)
	<b>scelta del materiale</b>	acciaio (parte centrale, cassone e puntoni) – calcestruzzo armato e precompresso (campate di accesso)
	<b>premi</b>	per 3 volte consecutive «CECM European Award» (1968, 1970, 1972)



- 1 Prova di carico. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 2 Montaggio dei moduli dell'impalcato, vista laterale. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 3 Opera terminata, vista generale. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM

Nella storia progettuale di Zorzi non vi è solo spazio per costruzioni in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ma vi sono anche interessanti esempi di costruzioni in acciaio.

Quando nel 1968 l'ANAS (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade) affronta la costruzione dell'autostrada Salerno-Reggio Calabria, si trova a dover superare in quota la fiumara Sfalassà: una valle impervia, profonda 250 m, larga in testa quasi 900 m, con versanti ripidi e instabili, soggetta a rischi sismici ed esposta a venti elevati.

Zorzi, dopo aver definito i viadotti in accesso, costituiti da travi prefabbricate in calcestruzzo armato precompresso, si trova di fronte al problema del superamento del tratto centrale: una porzione di circa 400 m in corrispondenza della parte più bassa della vallata, interessata da fenomeni di erosione e frane latenti.

La soluzione da lui proposta consiste nell'allontanare gli appoggi dal fondo valle, evitando quindi le zone geomorfologicamente più critiche e riducendo i problemi costruttivi legati a pile di notevole altezza.

Egli si orienta inizialmente verso un arco compresso in calcestruzzo. Questa ipotesi progettuale è però troppo onerosa vista la necessità, per la sua costruzione, di una centina classica.

Il progettista sceglie allora di sfruttare la forma della vallata abbandonando la geometria curva per un telaio rettilineo. Inclinando le pile d'appoggio ottiene dei puntoni pressoché perpendicolari al pendio che da un lato minimizzano l'impatto sull'equilibrio instabile dei versanti e dall'altro riducono la lunghezza della campata centrale.

Il materiale adatto a questo tipo di struttura è l'acciaio, che, oltre agli indubbi vantaggi dati dall'efficienza meccanica e dalla velocità costruttiva del montaggio in opera di pezzi prefabbricati, ha la prerogativa di essere particolarmente leggero, riducendo dunque, in caso di sisma, le sollecitazioni orizzontali, proporzionali al peso totale della struttura.

Degno di nota è anche il sistema costruttivo, che in simili opere riveste un ruolo primario, sia dal punto di vista tecnico che economico.

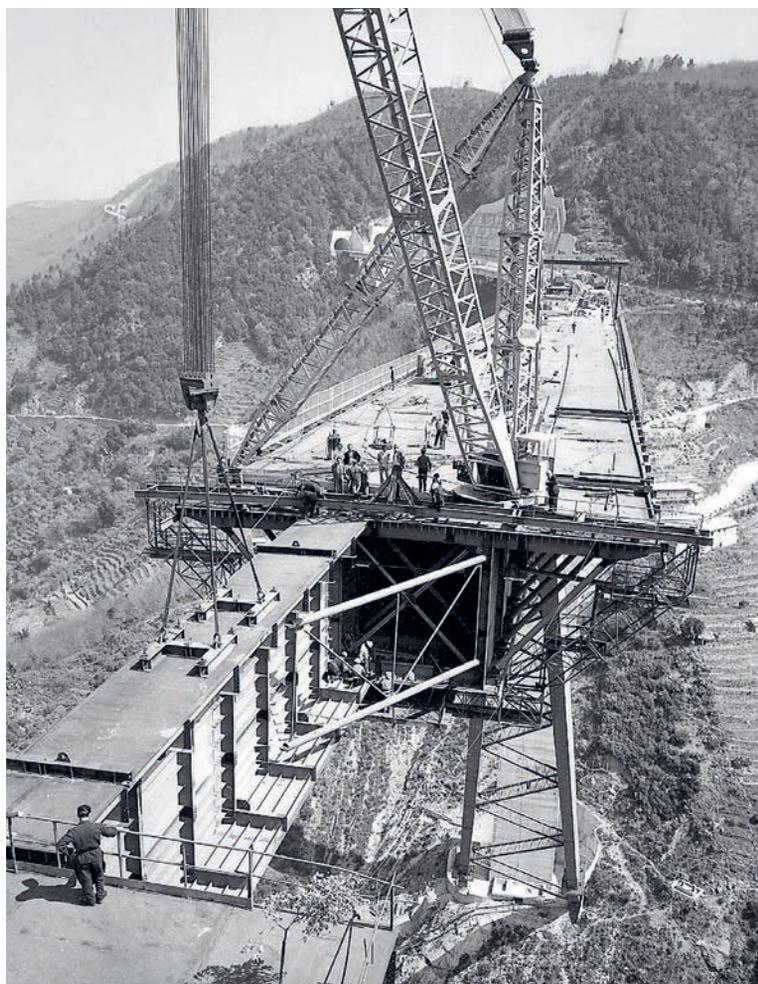
Nel caso specifico, data la morfologia del territorio e la difficoltà a seguire metodi costruttivi tradizionali, Zorzi si orienta verso l'assemblaggio in opera di pochi moduli prefabbricati: dopo la posa dei puntoni, provvisoriamente ancorati alle pile verticali di bordo e stabilizzati, vengono montati i moduli dell'impalcato. Si tratta di moduli di 24 m ciascuno in grado di permettere l'appoggio temporaneo dei diversi elementi grazie a un sistema di tralicci ausiliari. L'obiettivo è quello di lasciare, al termine della costruzione dei due lati contrapposti, uno spazio di circa 50 cm che, venendo successivamente chiuso mediante un rinforzo locale saldato, garantisce il comportamento statico previsto.

Il risultato ottenuto è, anche in questo caso, un'opera elegante, dalle forme semplici, che non impatta sul territorio in cui è inserita, rispettandone la trasparenza e la relazione con la costa. VG



1/3

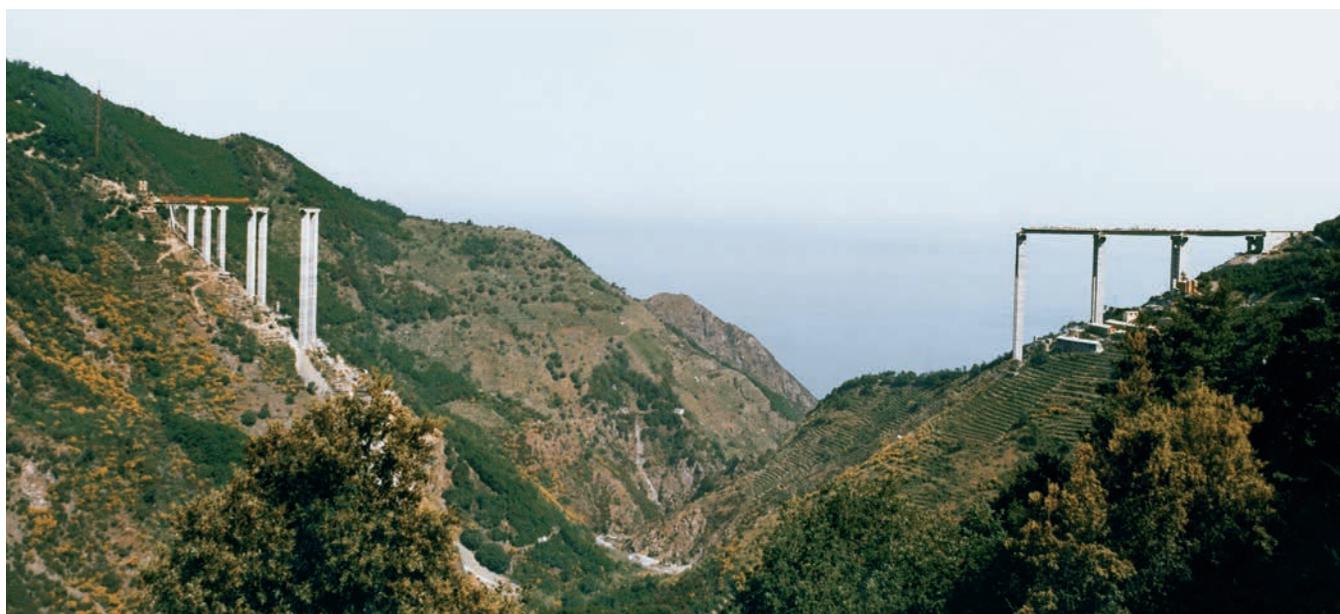


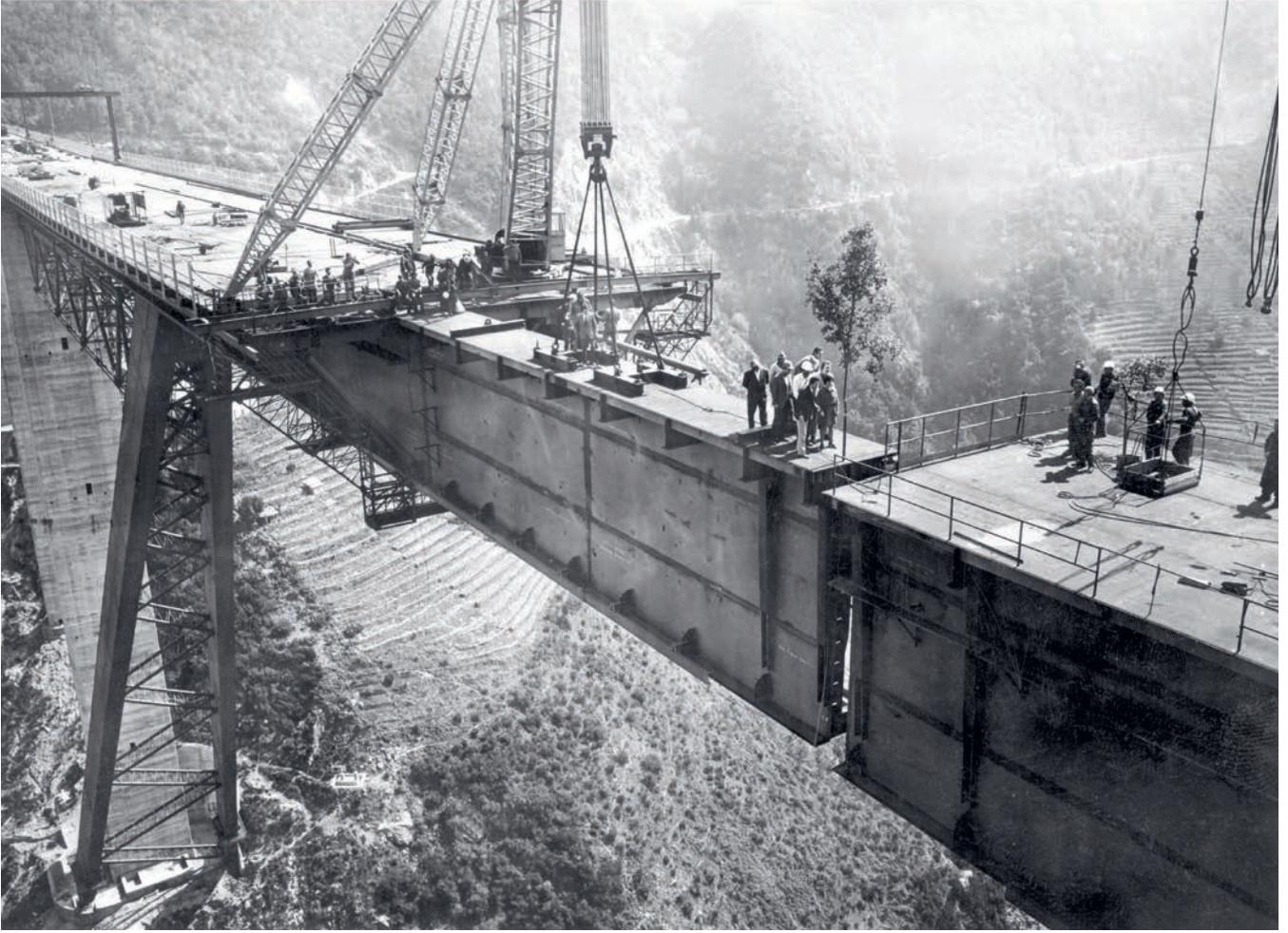


- 4** Montaggio dei moduli dell'impalcato, vista frontale
- 5** Montaggio del modulo centrale dell'impalcato, vista di dettaglio del cassone
- 6** Esecuzione delle campate di accesso
- 7** Montaggio dei moduli centrali dell'impalcato, vista laterale
- 8** Opera terminata, vista generale

Fonte fondo Zorzi Archivio Storico  
Politecnico di Milano

4 5  
6





Ing. Silvano Zorzi  
Ing. Lucio Lonardo

# Viadotto sul Torrente Fichera 1970-1972

<b>Dati</b>	<b>località</b>	Polizzi Generosa (Palermo) - Autostrada Palermo-Catania
	<b>anno</b>	1970-1972
<b>Geometria</b>	<b>lunghezza</b>	7'000 m: 199 campate di 35 m ciascuna ad eccezione della prima e dell'ultima di 24.75 m)
	<b>larghezza</b>	22 m
	<b>altezza statica</b>	in chiave 0.85 m , alle imposte 2.06 m
<b>Inserimento</b>	<b>topografia</b>	fondo alveo fluviale per ridurre al minimo impedimenti al deflusso delle acque
	<b>planimetria</b>	si snoda seguendo l'alveo fluviale
	<b>altezza</b>	variabile
	<b>geotecnica</b>	terreni caoticamente misti di fliysh terziario in profondo scompaginamento; versanti franosi e alveo fluviale soggetto a improvvise piene
<b>Azioni</b>	<b>azione del vento</b>	moderata
	<b>azione sismica</b>	zona sismica 2 (elevata)
	<b>contesto idrogeologico</b>	rischio frane quiescenti e piene fluviali
<b>Statica</b>	<b>schema</b>	portali zoppi multipli
	<b>elementi portanti verticali</b>	pilastrini precompressi gettati in opera
	<b>elementi portanti orizzontali</b>	impalcato a nastro precompresso nelle due direzioni
	<b>precompressione</b>	post-tensione
	<b>giunti</b>	giunti di dilatazione ogni 70 m
	<b>fondazioni</b>	pozzi a cono profondi per evitare le zone soggette a movimenti franosi
<b>Esecuzione</b>	<b>resa/velocità di esecuzione</b>	impalcato: 1 campata a settimana = 770 m <sup>2</sup> di viadotto
	<b>impresa esecutrice</b>	3 lotti: Sud Strade lotto XI, Angelo Farsura Spa lotto XII, SACUG lotto XIII
	<b>metodo</b>	impalcato: 3 centine autovaranti a struttura portante superiore; pile: gettate in opera con casseri metallici riutilizzabili
	<b>scelta del materiale</b>	calcestruzzo armato e precompresso gettato in opera



Quando nel 1970 Silvano Zorzi riceve l'incarico di progettare un viadotto di circa 7 km nella vallata del fiume Fichera, per l'autostrada Palermo-Catania (A19), ha l'occasione ideale per applicare la tecnologia che da anni stava sperimentando: la centina autovarante per impalcati stradali a piastra continua.

Il contesto geomorfologico e idrologico del territorio presentava, e presenta tutt'ora, notevoli problematiche: la vallata risulta infatti costituita da terreni soggetti a diversi movimenti franosi nonché a un elevato rischio legato all'azione della corrente fluviale.

Alla richiesta del committente di presentare una soluzione staticamente e costruttivamente efficiente, ma al contempo in grado di adattarsi allo scenario idrogeologico difficile, Silvano Zorzi propone un viadotto sopraelevato, con una fila di pile centrali a sezione ottagonale disposte sul fondo dell'alveo fluviale, in modo da interessare il meno possibile il terreno e concentrare le fondazioni nel punto di equilibrio dei due versanti franosi in contrasto tra loro.

Le fasi esecutive dell'opera vengono studiate accuratamente in relazione al comportamento statico della struttura.

Per far fronte agli ingenti sforzi di taglio e flessione, dati dai movimenti del terreno, Zorzi sceglie di gettare in opera prima i pilastri e i pozzi di fondazione (applicando una precompressione verticale) e successivamente, di realizzare l'impalcato tramite l'utilizzo di tre centine autovaranti a struttura portante superiore che, avanzando una campata di 35 m a settimana (770 m<sup>2</sup> di viadotto), si spostano sopra le pile, lasciando dietro di sé un nastro sottile che ricalca le sinuosità del fiume sottostante senza mai toccarlo.

Lo schema statico è quello della piastra continua su appoggi elastici, garantiti da cuscinetti in neoprene fissati sulla testa dei pilastri, in modo da assorbire eventuali dissesti del terreno.

La sezione trasversale del viadotto, come anche il profilo longitudinale, segue l'andamento delle sollecitazioni, ottenendo delle forme plastiche e sagomate che passano da spessori minimi, in campata e sui lati esterni, a spessori massimi nella zona centrale e in corrispondenza degli appoggi.

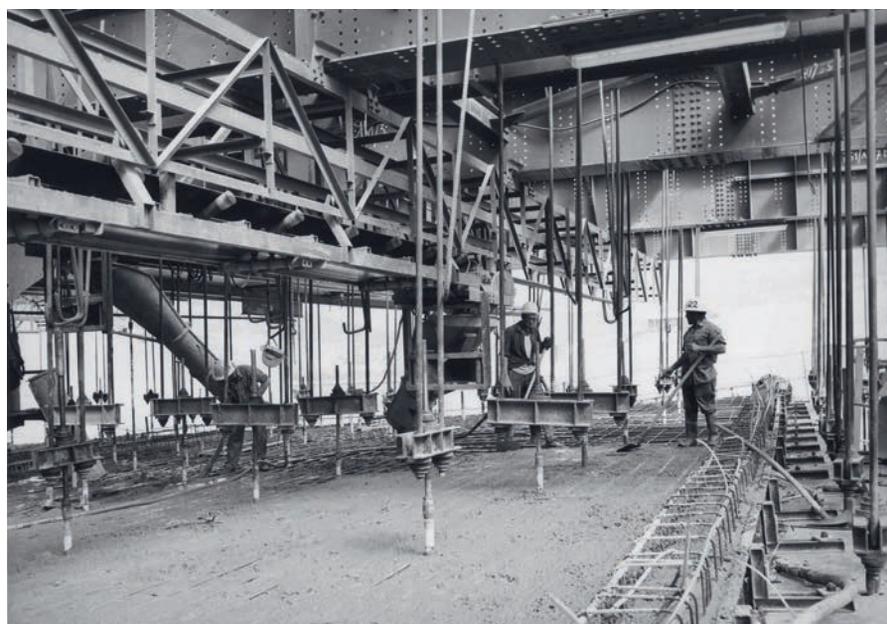
Osservando la realizzazione finita, si nota subito come essa sia il frutto di una lunga e articolata ricerca.

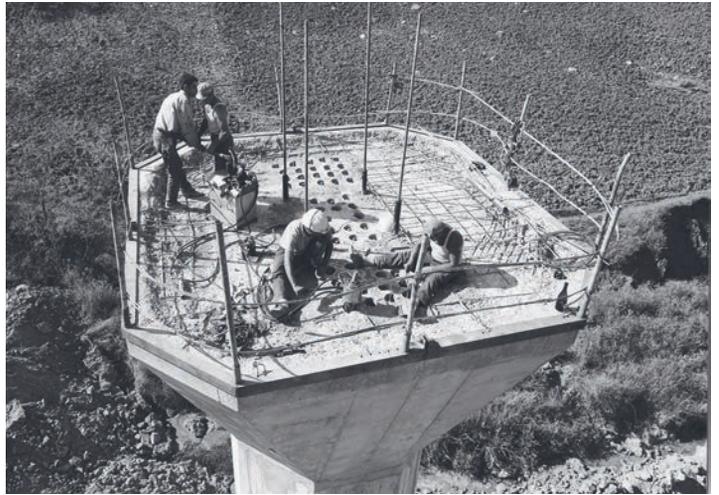
Zorzi infatti riesce dar vita a un'opera in perfetto dialogo con il contesto topografico, in cui le esigenze funzionali si sposano con una estetica essenziale, frutto di un progetto volto a ottimizzare la metodologia costruttiva in relazione al comportamento statico. VG

2  
3

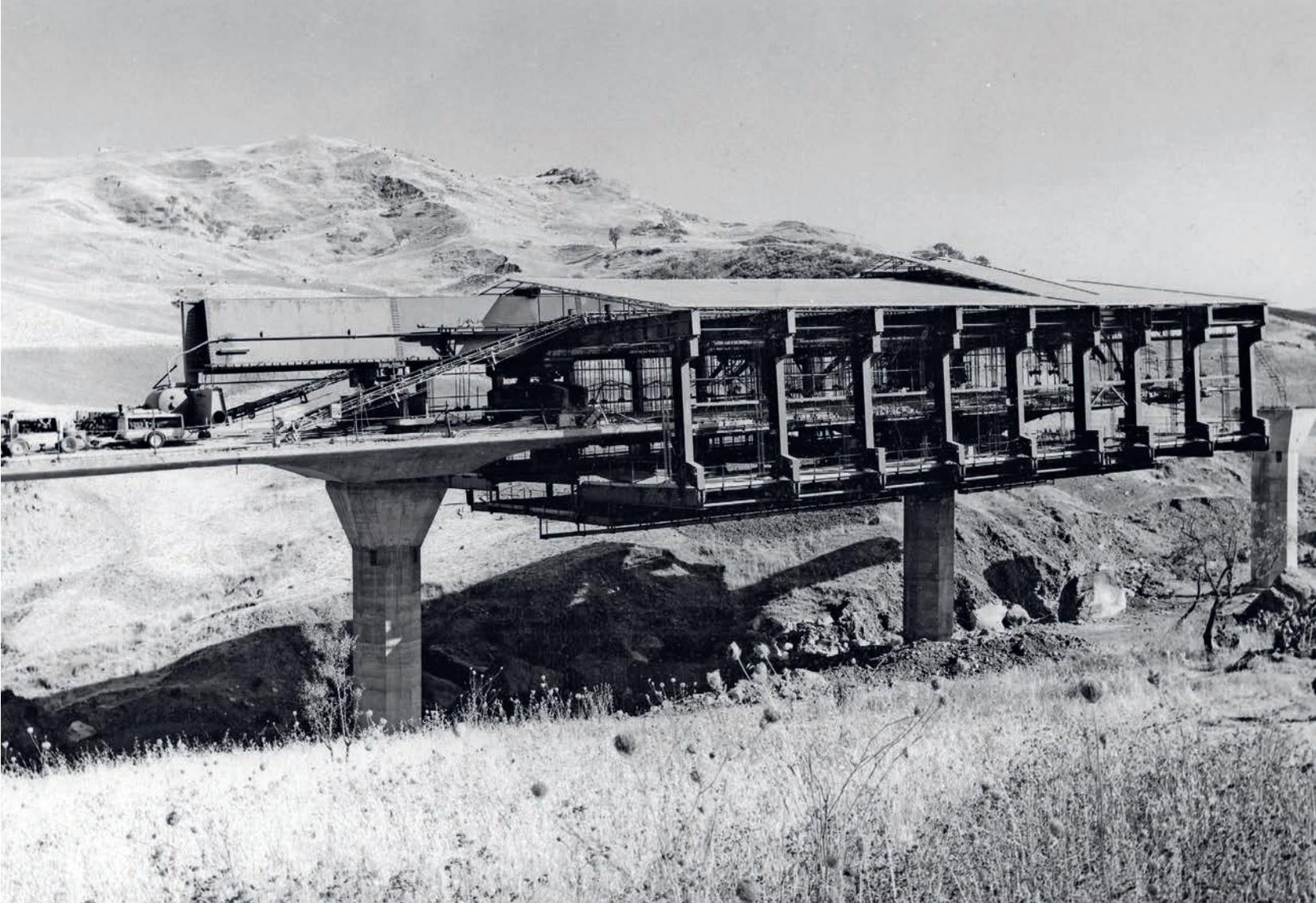
4  
5

- 1** Esecuzione dell'impalcato con centina autovarante, vista generale. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 2** Vista del passaggio della centina autovarante sulle pile. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 3** Vista da sotto dell'impalcato eseguito. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 4** Esecuzione delle pile. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 5** Vista interna della centina autovarante. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 6** Vista delle pile eseguite e dettaglio dei cuscinetti in neoprene. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 7** Precompressione delle pile. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 8** Vista generale della centina autovarante in esercizio. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano





6.7  
8+



Ing. Silvano Zorzi  
 Ing. Giorgio Grasselli  
 Ing. Enrico Faro

# Viadotto sul Torrente Gorsexio 1972-1978

<b>Dati</b>	<b>località</b>	Genova Voltri - Autostrada Voltri-Alessandria
	<b>anno</b>	1972-1978
<b>Geometria</b>	<b>lunghezza</b>	672 m: 84 m + 3 × 144 m + 90 m + 66 m
	<b>larghezza</b>	2 × 13.05 m / 2 × 16.55 m
	<b>altezza statica</b>	in chiave 3.5 m, alle imposte 9 m
<b>Inserimento</b>	<b>topografia</b>	fondo valle a 172 m
	<b>planimetria</b>	rettilinea
	<b>altezza</b>	pila più alta di 172 m
	<b>geotecnica</b>	calcescisti e calcemicascisti poco alterate sul fondovalle in prossimità dell'alveo alternate a zone di micascisti molto alterate corrispondenti a zone di potenziali dissesti e collassi improvvisi
<b>Azioni</b>	<b>azione del vento</b>	elevata
	<b>azione sismica</b>	zona sismica 3 (moderata)
	<b>contesto idrogeologico</b>	rischio dissesti localizzati
<b>Statica</b>	<b>schema</b>	impalcato continuo costruito a sbalzo
	<b>elementi portanti verticali</b>	pila a doppia lama flessibile, teste precomprese
	<b>elementi portanti orizzontali</b>	impalcato a travata continua precompressa a inerzia variabile
	<b>precompressione</b>	post-tensione
	<b>giunti</b>	giunti di dilatazione alle estremità, interasse 606 m
	<b>fondazioni</b>	pozzi a cono profondi per evitare le zone soggette a movimenti franosi
<b>Motivi esclusione altri sistemi</b>	<b>arco</b>	motivi economici e difficoltà costruttiva
	<b>sospeso/strallato</b>	azione del vento e problemi con i tiranti di ritenuta dal conflitto geometrico con il tracciato curvo degli accessi nonché dalla natura geologica
<b>Esecuzione</b>	<b>metodo</b>	getto in opera. Pile a casseri rampati, impalcato a sbalzo con l'impiego di 6 carrelloni dimensionati per conci di 4 m di lunghezza
	<b>scelta del materiale</b>	calcestruzzo armato e precompresso gettato in opera



Guardando il viadotto che sovrasta la valle del torrente Gorsexio, nei pressi di Genova Voltri, si nota immediatamente come l'obiettivo del progettista sia stato quello di costruire un'opera snella, leggera, che si inserisse armoniosamente nel territorio senza schermare la vista del mare.

Zorzi, anche in questo caso, mostra tutta la sua versatilità, sia come progettista che come costruttore. Poco dopo le esperienze dei viadotti Fichera e Sfalassà, egli affronta questa sfida progettuale senza cercare di applicare in maniera seriale quanto fatto in precedenza. Analizza il contesto nella sua interezza e, rivolgendosi ad alcune esperienze passate, quali i progetti del viadotto sul torrente Nervi (1963-1965) e del viadotto sul torrente Bisagno (1966-1967), riprende il procedimento costruttivo a sbalzo che lui per primo ha sperimentato in Italia.

Zorzi, infatti, avendo intuito l'enorme potenzialità di tale tecnica, la studia approfonditamente e ne coglie l'espressività ingegneristica, l'efficienza e la flessibilità nell'adattarsi alle condizioni ambientali e orografiche del luogo in cui deve sorgere l'opera: in questo caso grandi luci (672 m) a grandi altezze (172 m).

Variando lo schema strutturale in base al contesto, Zorzi si orienta quindi verso la costruzione totalmente a sbalzo, come eseguito per il viadotto sul torrente Bisagno, ma evita le cerniere scorrevoli a metà campata, disponendo i giunti di dilatazione ai lati della struttura (interasse 606 m).

Tramite l'uso della precompressione alle estremità degli sbalzi, ottiene un impalcato che si comporta come una trave continua iperstatica, monoliticamente connessa alle pile.

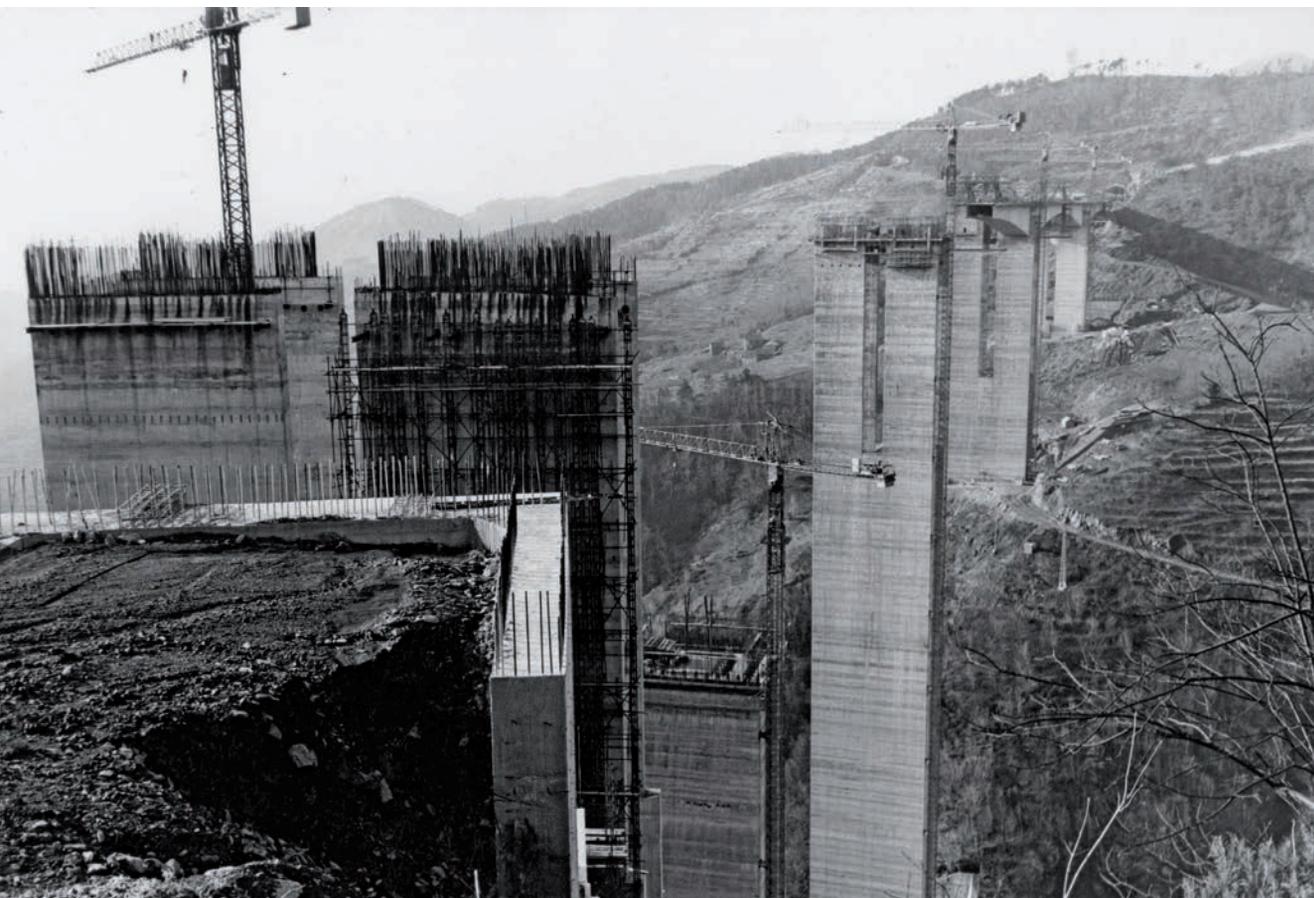
È una scelta coraggiosa, la tipologia strutturale a sbalzo più complessa che lui abbia mai sperimentato.

Il tutto è reso possibile dalla geometria delle pile che, diventando due lame sottili negli ultimi quaranta metri, da un

lato garantiscono l'incastro perfetto dell'impalcato e dall'altro, grazie alla loro snellezza e flessibilità nella direzione dell'asse minore, diventano appoggi scorrevoli in grado di seguire le deformazioni termiche e il fluage dell'impalcato.

Si è nuovamente di fronte al risultato di una lunga evoluzione strutturale e architettonica: le grandi luci, unite al profilo longitudinale dell'impalcato e alle pile lamellari, sono esplicative di come le forme non siano più l'effetto di un calcolo statico rigido ma il frutto di un lavoro in cui la tecnica si mette al servizio di una volontà estetica per ottenere un'opera senza dubbio raffinata e ancora oggi ammirevole. VG

1/2  
3



4  
5 1/6





- 1** Esecuzione dell'impalcato a sbalzo. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 2** Opera terminata, vista delle pile. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 3** Opera terminata, vista generale. Fonte fondo Zorzi Archivio Storico Politecnico di Milano
- 4** Esecuzione delle pile e della spalla del viadotto. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 5** Ultimazione dei lavori sull'impalcato. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 6** Fase di cantiere durante l'esecuzione dell'impalcato a sbalzo. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 7** Silvano Zorzi osserva l'opera ultimata. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM
- 8** Vista dei casseri scorrevoli durante l'esecuzione dell'impalcato. Fonte fondo IN.CO. S.p.A. e Silvano Zorzi presso biblioteca dell'AAM

7  
8



# Onorari slegati dai costi di costruzione

## RPO 106 Prestazioni e onorari dei geologi

### Beat Rick

dr. sc. nat. PF, Dr. von Moos AG, Zurigo,  
membro della commissione SIA 106;  
rick@geovm.ch

**Da questa primavera, il regolamento RPO 106 Prestazioni e onorari dei geologi è disponibile in versione aggiornata. Nell'ambito della revisione, si è posto il focus sull'armonizzazione tra prestazioni dei geologi e lavori eseguiti dai partner progettuali.**

Benché il sostegno da parte degli specialisti (in ambito di geologia, idrogeologia, terreni di fondazione ecc.) sia un'esigenza ormai assodata nel corso dei processi di progettazione e realizzazione di un'opera, spesso, in seno all'organizzazione di progetto, manca la consapevolezza su come integrare in modo sensato, a livello contrattuale, i mandati e gli interventi dei geologi. Peccato, perché al proposito esiste un valido strumento d'aiuto: l'RPO SIA 106. Come gli altri regolamenti per le prestazioni e gli onorari, anche l'RPO 106 rappresenta una norma contrattuale ed esplicativa di centrale importanza. Il regolamento non è pensato, in prima istanza, come strumento di calcolo per la retribuzione delle prestazioni intellettuali fornite, questione questa del tutto indiscussa trattandosi di specialisti con una forma-

zione accademica, bensì contempla, per la maggior parte, disposizioni contrattuali generali ed elenchi di prestazioni.

### Competenze specialistiche attestate

Gli edifici, i ponti e le infrastrutture di approvvigionamento vanno concepiti e realizzati per resistere ai terremoti oppure per essere riparati e consolidati in caso di sisma. Ma chi è che fornisce i dati sulla classificazione dei terreni di fondazione, in modo da garantire una misurazione conforme alle norme? I geologi. La Svizzera è, per antonomasia, il «paese delle gallerie», e i costruttori si trovano ad affrontare sfide non da poco, legate alle particolari condizioni geologiche presenti, sia nel contesto urbano sia in quello alpino. Ma chi è che fornisce, per ogni fase dei lavori, le basi decisionali necessarie per esprimere una valutazione professionale sui fattori di rischio, per progettare e realizzare migliorie legate ai terreni di fondazione? Chi si occupa di gestire i materiali, nel rispetto delle risorse? Sempre loro, i geologi. Anche per i piccoli progetti di costruzione, dalla casa unifamiliare agli insediamenti terrazzati (ubicati su pendii scoscesi e soggetti a frane), tanto i committenti quanto i progettisti, ma anche gli assicuratori, si basano sull'esame professionale del terreno di fondazione.

### Analisi del terreno di fondazione

Il terreno di fondazione appartiene al committente. Per ogni opera, le caratteristiche fondamentali del terreno vanno stabilite con un'attenta analisi, che tenga conto delle peculiarità specifiche. Dato che, nel caso di un terreno di fondazione, si ha a che fare con un «materiale da costruzione» di origine naturale, è evidente che, a prescindere da quanto accurato possa essere l'esame, sussistono comunque alcune incertezze. Il ri-

schio legato al terreno è dato dal fatto che i lavori di costruzione possano effettivamente rivelarsi più onerosi del previsto, in ragione del suolo che si incontra durante l'esecuzione dell'opera. Le soluzioni economiche e sicure risultano da una buona collaborazione tra gli esperti coinvolti, il che comprende anche la gestione di eventuali incognite.

### Attribuzione delle prestazioni

Ecco perché la definizione esatta delle prestazioni che i geologi sono chiamati a fornire nelle diverse fasi della progettazione riveste un ruolo così cruciale. La nuova versione del regolamento RPO 106 *Prestazioni e onorari dei geologi* (in francese e tedesco) fornisce al proposito un importante contributo. I geologi descrivono e valutano il sottosuolo e forniscono le basi decisionali per poterlo sfruttare in modo sostenibile. Le prestazioni sono erogate ai sensi dell'articolo 2.1.2, nell'ambito del ciclo di vita dell'opera (prestazioni legate alle fasi di costruzione), così come per l'utilizzo del sottosuolo e delle sue risorse (prestazioni indipendenti dalle fasi di costruzione), come la ricerca e la captazione delle acque sotterranee, la valutazione dei pericoli naturali ecc.).

### Definire i compiti

Le mansioni assunte dagli specialisti che lavorano nel ramo della geologia sono in parte regolamentate da aiuti all'esecuzione emanati dalla Confederazione (come la legge sulle acque sotterranee e la loro tutela, oppure l'ordinanza sui siti contaminati), ma anche dalle norme SIA (ad es. SIA 267 *Geotecnica* oppure SIA 199 *Erfassen des Gebirges im Untertagbau/Etude du massif encaissant pour les travaux souterrains*). Tuttavia, molti professionisti attivi nel ramo della costruzione non sono concordi su



1 Il geologo valuta e documenta i dati rilevati sul terreno, in base alle norme in vigore.

quali siano le prestazioni che un geologo specializzato fornisce effettivamente. Ciò non sorprende più di tanto, dato che i programmi di analisi del suolo vanno adattati alle questioni concrete poste in funzione delle diverse fasi di progetto (cfr. SIA 112).

In molti casi bisogna inizialmente procedere a un'analisi del mandato e discutere con il committente il successivo procedere, stilando un accordo sulle prestazioni. L'articolo 3.1.1 dell'RPO 106 precisa infatti che, affinché il geologo possa fornire le proprie prestazioni in modo efficace e mirato, il committente deve a) descrivere nel modo più preciso e dettagliato possibile i compiti che il geologo è chiamato a svolgere; b) definire l'ambito di responsabilità del geologo e c) determinare il ruolo del geologo nell'organizzazione globale del progetto.

La nuova versione dell'RPO 106 è pensata proprio per fornire un aiuto nella presa di decisione, cioè quando si tratta di definire le prestazioni. Inoltre funge da base contrattuale. Nel corso della revisione si è posto il focus sull'armonizzazione tra le prestazioni legate alle varie fasi della costruzione e fornite dai geologi e l'iter abituale contemplato dalla progettazione e dalla costruzione, ai sensi del regolamento SIA 112, e dunque anche tenendo conto degli elenchi delle prestazioni dei partner di progetto (p. es. ingegneri civili, nell'RPO SIA 103).

### Tariffe orarie chiare e trasparenti

L'intervento della Commissione della concorrenza (COMCO) in merito agli RPO SIA ha toccato solo in minima parte i geologi, dato che il calcolo degli onorari non è mai dipeso dai costi di costruzione. Vale altrettanto per il nuovo RPO 106. I geologi infatti sono da tempo abituati a fatturare il proprio lavoro tramite tariffe orarie, adattate in base al livello di qualifica dei collaboratori coinvolti. Ciò permette di tenere adeguatamente conto del know-how e dell'esperienza acquisiti, nonché del ruolo assunto nell'ambito del progetto.

Va da sé che le tariffe orarie applicate da una data impresa poggino su analisi economicamente fondate. Di regola, le tariffe tengono conto del fatto che i geologi non formano, né assumono apprendisti e che, dopo l'ottenimento di un diploma universitario, devono investire altro tempo e impegno in corsi di perfezionamento, ciò per restare sempre al passo dei rischi legati al complesso tema che i terreni di fondazione rappresentano, ma anche per fornire sempre, nel ruolo di fiduciari del committente, un lavoro di qualità eccellente.

# Catalogo delle norme

## Nuova norma SIA 269/8

### Thomas Wenk

responsabile gruppo di lavoro SIA 269/8 – commissione incaricata della norma SIA 261, wenk@member-sia.ch

**La norma SIA 269/8 Conservazione delle strutture portanti – Terremoti, introdotta il 1° dicembre 2017, sostituisce il quaderno tecnico SIA 2018:2004 (in francese e tedesco) concernente la verifica della stabilità antisismica degli edifici esistenti.**

La nuova norma SIA 269/8, elaborata dal gruppo di lavoro SIA 269/8, in seno alla commissione incaricata della norma SIA 261 e integrata nella serie dedicata alla conservazione delle strutture portanti (norma SIA 269 e segg.), rappresenta oggi la base di riferimento per verificare la sicurezza sismica degli edifici esistenti. La norma SIA 269/8 contempla le seguenti novità sostanziali.

### Muratura

Il capitolo sulla muratura è stato completamente rivisto e completato con l'aggiunta di regole sulla formulazione di modelli, la rigidità, la resistenza e la capacità di deformazione degli elementi strutturali in muratura, sia in riferimento al metodo basato sulle forze sia a quello basato sulle deformazioni. Inoltre sono state ampliate le disposizioni che concernono le azioni perpendicolari al piano.

### Geotecnica

Per determinare se sia possibile rinunciare a una verifica della sicurezza sismica, il nuovo capitolo sulla geotecnica contempla semplici criteri di limitazione per le costruzioni in terra e di sostegno. Vanno menzionati i nuovi diagrammi di verifica, con cui è possibile stimare l'influenza della liquefazione o della diminuzione della resistenza al taglio di un terreno di fondazione.

### Sicurezza sismica

Per quanto concerne la valutazione della sicurezza sismica va raggiunto, in generale, come già menzionato nel quaderno tecnico SIA 2018:2004, un fattore di conformità di almeno 1,0. Il criterio dell'accettabilità, valido in passato, è stato stralciato, tant'è che ora occorre

raggiungere il fattore di conformità minimo, e ciò a prescindere dai costi di consolidamento. Il fattore di conformità minimo è pari  $\alpha_{\min} = 0,25$  per le classi d'opera I e II, e pari  $\alpha_{\min} = 0,4$  per la classe d'opera III. Per le scuole e gli asili vale ora un nuovo fattore di conformità minimo di  $\alpha_{\min} = 0,4$  (in sostituzione allo 0,25 precedente). In questo modo si vuole garantire una migliore protezione dei bambini.

In via eccezionale, è ammesso, ma esclusivamente nel caso di costruzioni con un bassissimo rischio per le persone, un fattore di conformità di  $\alpha_{\text{eff}} < \alpha_{\min} = 0,25$ , quando l'occupazione media dell'edificio è inferiore a 0,2 persone ed è garantito che non vi saranno mai più di dieci persone nell'area di rischio. Per quanto riguarda le opere infrastrutturali rilevanti e strategiche o la cui funzionalità è di vitale importanza si è deciso di introdurre un parametro e un fattore di conformità minimo di  $\alpha_{\min} = 0,4$ . La valutazione della proporzionalità delle misure di sicurezza antisismica avviene grazie al parametro infrastrutturale, e ciò a prescindere dai rischi legati alle persone.

### Info

L'8 novembre 2019, la Società svizzera di ingegneria sismica e dinamica strutturale (SGEB) organizza un corso introduttivo sulla nuova norma SIA 269/8. Il corso si terrà in francese presso il Politecnico federale di Losanna. Maggiori informazioni su: [www.sgeb.ch](http://www.sgeb.ch).

# Regolamenti

## Nuovo regolamento SIA 101 sulle prestazioni dei committenti

### Boris Schlaeppli

arch. dipl. SUP/SIA, MAS ingegneria gestionale SUP | membro della commissione SIA 101, Boris.Schlaeppli@helbling.ch

Come già ben diceva Le Corbusier, per fare una buona architettura non ci vogliono soltanto dei buoni architetti, ma anche dei committenti competenti. È in tal senso che si è pensato di mettere a disposizione dei mandanti uno strumento ausiliario con cui essi possano gestire in modo più efficace i propri progetti di costruzione.

Da lungo tempo ormai si attendeva che la SIA elaborasse un regolamento in materia. Si pongono infatti diversi quesiti, ad esempio sui ruoli e le prestazioni attribuite a chi assiste e a chi rappresenta la committenza. Il progetto è scaturito dalla discussione, sollevata nel 2014, in merito alla revisione dei regolamenti per le prestazioni e gli onorari. In seguito a una consultazione preliminare tenutasi internamente, tra le organizzazioni rappresentate in seno alla commissione, ora ha avuto luogo la consultazione pubblica.

Il nuovo regolamento SIA 101 sulle prestazioni dei committenti si pone tre obiettivi principali. Da un lato esso contribuisce a far sì che le prestazioni e gli obblighi elencati negli RPO e nel modello di prestazioni siano messi in atto e rispettati in modo ancor più efficace;

dall'altro vuole essere uno strumento di appoggio al momento dell'inizializzazione, della suddivisione dei compiti e dell'organizzazione dei progetti. Il regolamento SIA 101 può servire da base di riferimento anche quando si incarica un rappresentante o un assistente del committente, oppure quando i compiti del committente (in materia di progettazione) passano alla direzione generale del progetto.

### Norma esplicativa SIA 101

Il regolamento SIA 101 è considerato una norma esplicativa destinata ai committenti che illustra gli stessi ambiti tematici, vale a dire: «prestazioni», «compiti» e «posizione», documentati anche nei regolamenti sulle prestazioni e gli onorari e nella norma SIA 112 *Modello di pianificazione per progetti nel settore della costruzione*. Il regolamento SIA 101 non va pertanto considerato alla stregua di una base contrattuale, né vuole attribuire ai progettisti maggiori compiti, esso si limita a descrivere nel dettaglio le prestazioni fondamentali del committente, in modo da ottimizzarne le competenze e garantire così una migliore collaborazione.

Per rispondere meglio alla visione specifica nutrita dalla committenza si è deciso di suddividere l'intera procedura in tre tappe fondamentali: «l'inizializzazione, lo sviluppo» e «l'utilizzo, l'esercizio e la gestione» (fig. 1). A tale scopo, il regolamento SIA 101 contempla anche, all'inizio, la cosiddetta fase 0, ovvero quella dell'«inizializzazione», a complemento delle cinque altre fasi SIA definite nel modello di pianificazione. Nella fase 0 il committente riflette sulle prime idee e pondera le diverse possibilità di intervento che precedono la pianificazione strategica vera e propria.

### Elenco delle prestazioni del committente

L'elenco delle prestazioni, che – come detto – segue lo stesso sistema e la stessa struttura degli RPO (eccezion fatta per la fase citata), illustra il procedimento, ormai appurato e consolidato, che il committente è chiamato a seguire. Come secondo ausilio, si sono designate tutte le attività, attribuendo in modo specifico se esse sono svolte da «committenza», «capoprogetto designato dalla committenza» o «assistente del committente/direzione generale del progetto». In questo modo è chiarito quali siano i compiti suscettibili di essere delegati e quali invece siano obbligatoriamente sotto la responsabilità del committente. Partendo da tali fondamentali, il committente dovrebbe essere nella condizione di creare le basi per costruire una buona organizzazione ed eventualmente delegare i propri compiti.

Il motivo per cui sia stata proprio la SIA, in veste di associazione di progettisti, a pubblicare un regolamento per i committenti, si lascia facilmente spiegare tenuto conto dell'interesse, nutrito da parte di tutti i progettisti, di poter collaborare con una committenza competente. Inoltre, la stesura di norme e regolamenti poggia, per tradizione, sul principio paritetico. La commissione, in seno a cui collaborano associazioni di progettisti e grandi organizzazioni, tra cui USTRA, UFCL, KBOB e FFS, è fermamente convinta che il nuovo regolamento SIA 101 apporti, tanto ai committenti, quanto ai progettisti, un vero e proprio plusvalore e si inserisca, in modo logico e coerente, nella famiglia delle norme contrattuali, esplicative ecc., ormai consolidate e comprovate.



1 Rappresentazione schematica dell'intera procedura.

# Iscrizioni aperte alla conferenza *Getting the measure of Baukultur*

Nel mese di gennaio del 2018, i ministri europei della cultura hanno approvato la *Davos Declaration*, tesa a promuovere una cultura della costruzione di alto livello qualitativo, con lo scopo di accrescere il benessere dell'intera umanità. La Dichiarazione di Davos punta il dito sulle problematiche con cui ci troviamo attualmente messi a confronto: la quarta rivoluzione industriale, i cambiamenti climatici, la crescita di agglomerati urbani anonimi, l'utilizzazione irresponsabile del suolo, la banalizzazione architettonica e, in generale, la mancanza di elevati parametri qualitativi nel costruire odierno. Il testo cita, tra gli obiettivi a cui aspirare: quartieri vivaci, armonizzazione tra patrimonio culturale e costruire contemporaneo, mobilità sostenibile, aumento degli spazi verdi e partecipazione della società civile.

Per comprendere meglio in che modo sia possibile migliorare l'ambiente costruito, l'Ufficio federale della cultura (UFC), il Consiglio internazionale dei monumenti e dei siti (ICOMOS), l'Unione internazionale degli architetti (UIA) e la Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA) organizzano una conferenza sul tema «*Come misurare la cultura della costruzione?*». Sorge spontaneo chiedersi come sia possibile definire esattamente una cultura della costruzione altamente qualitativa e che cosa fare per ottenerla e tutelarla. Attraverso quali criteri siamo in grado di valutarla? Sono tutte questioni alle quali la conferenza cercherà di dare risposta. L'evento è di portata internazionale e permetterà di riunire diversi ambiti specialistici che non sono direttamente legati alla cultura della costruzione, facendoli incontrare con i principali gruppi di interesse attivi nel settore.

#### Getting the measure of Baukultur

4 e 5 novembre 2019, presso il Pavillon Sicii, Ginevra. Programma e iscrizioni su [davosdeclaration2018.ch/conference-2019](http://davosdeclaration2018.ch/conference-2019). La conferenza si terrà in francese e in inglese.



# SPICCA

per design e creatività.

Una vera Schulthess si riconosce dal caratteristico sportello angolare, dalle linee pulite e dalla semplicità di utilizzo. Dettagli di stile – insigniti del Red Dot Award. Ulteriori informazioni: [schulthess.ch/design-it](http://schulthess.ch/design-it)

Swissmade

# Il Codice deontologico dell'OTIA 8

## Spartaco Chiesa

Dottore in diritto, già giudice del Tribunale d'appello, già presidente della Commissione di vigilanza OTIA

### Rapporti con i colleghi

Il Capitolo 8 del Codice tocca un punto fondamentale relativo ai rapporti interni all'Ordine, ossia il comportamento di ogni suo membro nei confronti dei colleghi (in particolare appartenenti al medesimo campo professionale) che – viene precisato fin dall'inizio – dev'essere in ogni sua espressione «rigorosamente leale e rispettoso delle persone» (art. 8.1), concetti ripresi dalla prima norma personale di cui all'art. 4.1. In altre parole, il Codice deontologico ritiene essenziale che la relazione di concorrenza fra colleghi, connaturale a ogni attività commerciale o professionale, non sconfini nella scorrettezza a detrimento dell'immagine dell'Ordine e dei professionisti che esso rappresenta. Al proposito ci si permette rinviare al contributo n.3 di questa rubrica, apparso in *Archi 2/2016* a pag. 7, dove si accenna alle analogie tra tale precetto del Codice e la legislazione federale in materia di concorrenza (LCSI).

Sempre in questo ordine di idee, la stessa normativa impone in particolare a ingegneri e architetti di astenersi «da ogni pratica denigratoria nei confronti di colleghi, segnatamente in merito alla loro attività professionale» (art. 8.2). Questo articolo – pur da un diverso punto di vista – ricorda l'art. 4.10 delle Norme personali, nonché l'art. 17 lett. f LEPIA, dedicati ai criteri di divulgazione – al pubblico o a cerchie ristrette di persone o a singoli individui – dell'attività professionale dei membri dell'OTIA. La LEPIA recita al proposito che chi esercita la professione di ingegnere o di architetto nel Canton Ticino deve «osservare i principi di colle-

gialità e di divieto di concorrenza sleale, evitando in particolare ogni forma di pubblicità non conforme alla dignità della professione», mentre la corrispondente norma del Codice ne è una precisazione, con l'aggiunta secondo cui «è vietata ogni forma di pubblicità comparativa», nel senso di esprimere o di lasciar intendere – ad esempio – una maggior competenza o una maggior esperienza propria nei confronti di uno o più colleghi o della categoria in generale; ciò che – in senso contrario – corrisponde nell'effetto a denigrare colleghi, rispettivamente la loro attività professionale. Il dettato dell'art. 8.2 vale sia in generale (ad esempio in occasione di esternazioni critiche di qualsiasi tipo), sia nell'ambito di mezzi pubblicitari o di semplice divulgazione della propria attività.

Per la sua importanza, appare poi opportuno un accenno particolare all'art. 8.5 del Codice deontologico; esso vieta ai membri dell'OTIA «ogni pratica che tenda a farsi aggiudicare un mandato privato o una commessa pubblica sulla base di un'offerta ingannevole relativamente alle prestazioni e ai costi, ossia formulata in modo da sottovalutare coscientemente l'onere dell'opera». A prima vista, ci si potrebbe chiedere il motivo che ha indotto a collocare questa norma nel capitolo dedicato ai rapporti con i colleghi; senonché – a ragion veduta – appare evidente che la stessa concerne la fattispecie in cui offerte ingannevoli sono intese in generale ad avvantaggiarne gli autori a discapito dei concorrenti, ciò che emerge in particolare nell'ambito di commesse pubbliche. In ogni caso, per mezzo di un'offerta ingannevole, è vero che si intende trarre in errore anzitutto il destinatario della stessa – privato o pubblico che sia – che viene in tal modo – di proposito – informato erroneamente su elementi essenziali di un futuro possibile contratto, come le prestazioni del professionista o dell'appaltatore, o come i costi dell'opera. A proposito di quest'ultimi, si ricorda che ingegneri e architetti, chiamati a svolgere un mandato professiona-

le, sono tenuti tra l'altro ad allestire un «preventivo dei costi complessivi, rispettivamente una previsione calcolata dei medesimi, che sia il più possibile diligente e precisa» (art. 6.1); già quindi su questa base esiste un obbligo di correttezza del professionista. È vero però anche – ed è ciò che entra con forza nel capitolo dei rapporti con i colleghi – che un'offerta ingannevole costituisce una grave scorrettezza nei loro confronti e ciò per due diversi motivi: da un lato essa configura un'infrazione all'art. 4.2 del Codice deontologico che – relativamente all'ambito dei concorsi – richiama esplicitamente «le regole comportamentali del corrispondente regolamento SIA», mentre – d'altro canto – la fattispecie viene a corrispondere a un atto di grave slealtà nei confronti di quei colleghi che – anch'essi offerenti riguardo allo stesso mandato privato o alla stessa commessa pubblica – hanno lealmente presentato offerte corrette, sia quanto alle prestazioni, sia quanto ai costi, ossia in conformità con l'art. 6.1 del Codice.

Si osservi in aggiunta che le citate regole comportamentali – formulate all'art. 12 del Regolamento SIA 142 (versione 2009) – concernono i motivi di esclusione dalla partecipazione a un concorso e il divieto per i concorrenti «di prendere contatti diretti con il committente, con la giuria, o un esperto in merito a questioni riguardanti il concorso prima della formulazione del giudizio» (art. 12.3), rispettivamente il divieto di «intraprendere azioni per sollecitare il mandato in contrasto con le raccomandazioni della giuria» (art. 12.4), ovvero chiedendo di essere indebitamente avvantaggiati rispetto agli altri partecipanti. Anche qui si tratta di dettati importanti che rientrano nel campo dei rapporti con i colleghi nel contesto specifico di concorsi.

Infine, non appare fuori luogo osservare che le stesse regole di lealtà e di correttezza nei confronti di colleghi valgono anche nel caso di mandati di studio paralleli.

La Banca per le vostre Ipoteche.

 **BPS (SUISSE)**

Vi serve un finanziamento o un'assistenza esperta per acquistare la vostra casa o un immobile commerciale o per effettuare un investimento immobiliare? Parliamone.

Vi aspettiamo a:  
Bellinzona, Biasca, Chiasso,  
Locarno, Lugano

Call Center 00800 800 767 76  
contact@bps-suisse.ch  
www.bps-suisse.ch

**Banca Popolare di Sondrio (SUISSE)**  
La Banca che parla con te



vola®

## Design modulare in tutta la sua perfezione

Lo scaldasalviette T39 è sinonimo di modularità scultorea ai massimi livelli, un aspetto tipico di VOLA.

Caratteristiche sono le barre porta asciugamani dal design minimalista, posizionabili in base alle esigenze individuali. Si inseriscono perfettamente in ogni arredo bagno valorizzandolo.

Lo scaldasalviette T39 è un componente perfetto della premiata gamma VOLA.

### **VOLA AG**

Showroom Bauarena Volketswil  
044 955 18 18  
sales@vola.ch  
www.vola.ch

# ScreenLine® la tenda nel vetro

www.pellini.net

## Snow Hill Building 1 & 2

Località: Birmingham - Inghilterra  
**Progetto: Sidell Gibson Architects**  
Prodotto: veneziana ScreenLine SL27C  
a comando magnetico



Photos by Charlotte Wood



### Plus

La tenda (veneziana, plissé o rullo) non richiede manutenzione e garantisce le massime performance nella gestione della climatizzazione e del comfort luminoso degli ambienti, raggiungendo fattori solari (g) inferiori al 10%.

### Concept

ScreenLine® è la soluzione schermante inserita nel doppio e triplo vetro sigillato che valorizza ogni progetto architettonico.



A Lugano siamo presenti presso

**bespace**  
architectural things

Via delle Scuole, 13 • Lugano-Paradiso  
www.bespace.ch

A brand of

**pelliniindustrie**  
www.pellini.net

26845 Codogno (LO) ITALIA • via Fusari, 19 • T. +39 0377 466411 • F. +39 0377 436001 437635  
Showroom\_Milano • p.zza San Babila, 5

# Le ragioni di un'opera: perché il sottopasso

**Valeria Gozzi**

Assistente al corso di strutture all'AAM  
Ing. POLITICO, Passera & Associati

Per ottenere dei risultati è necessario prefissarsi dei traguardi e perseguirli attraverso un programma preciso e dettagliato. Il piano strategico della città di Mendrisio, chiamato Mendrisio 2030, propone la crescita della città attraverso due obiettivi principali:

- offrire zone lavorative di elevata qualità ambientale e infrastrutturale;
- sviluppare un polo universitario.

La città, sostenuta dal Cantone e dalla Confederazione, vuole dunque consolidare la propria importanza di nodo ferroviario sull'asse strategico Zurigo-Milano e contemporaneamente affermarsi come polo internazionale dell'architettura; sia in virtù della continua espansione dell'Accademia, sia grazie all'imminente apertura del nuovo campus della SUPSI, che proprio a Mendrisio trasferirà il Dipartimento Ambiente, Costruzioni e Design (DACD).

In questo contesto, la stazione FFS e la ferrovia di Mendrisio assumono quin-

di una duplice valenza diventando un elemento chiave nella mobilità territoriale, con una utenza in continua crescita, ma contemporaneamente un elemento di separazione, una barriera fisica tra il nucleo cittadino e l'Accademia di architettura da un lato e la zona industriale/residenziale e il nuovo campus SUPSI dall'altro.

FFS, supportata dal Cantone, si è dunque impegnata a rispondere ai nuovi bisogni, adeguando l'infrastruttura per renderla commisurata alla crescente utenza realizzando quella connessione necessaria per dare continuità tra le due parti della città. Un nesso non solo urbanistico ma anche funzionale e culturale che mette in dialogo Accademia e SUPSI.



1

## Il progetto

Il progetto di riqualificazione della stazione FFS prevede in prima fase l'esecuzione del prolungamento del sottopasso sud e successivamente il rifacimento del marciapiede 1 e dello stabile viaggiatori.

L'estensione del sottopasso sud consiste nell'esecuzione di un manufatto in calcestruzzo di larghezza utile pari a 4 m e lunghezza 15 m sottostante i binari 5 e 6 della stazione, nonché di una serie di rampe e scale in uscita su via Catenazzi, poco prima dell'ingresso del futuro campus SUPSI.

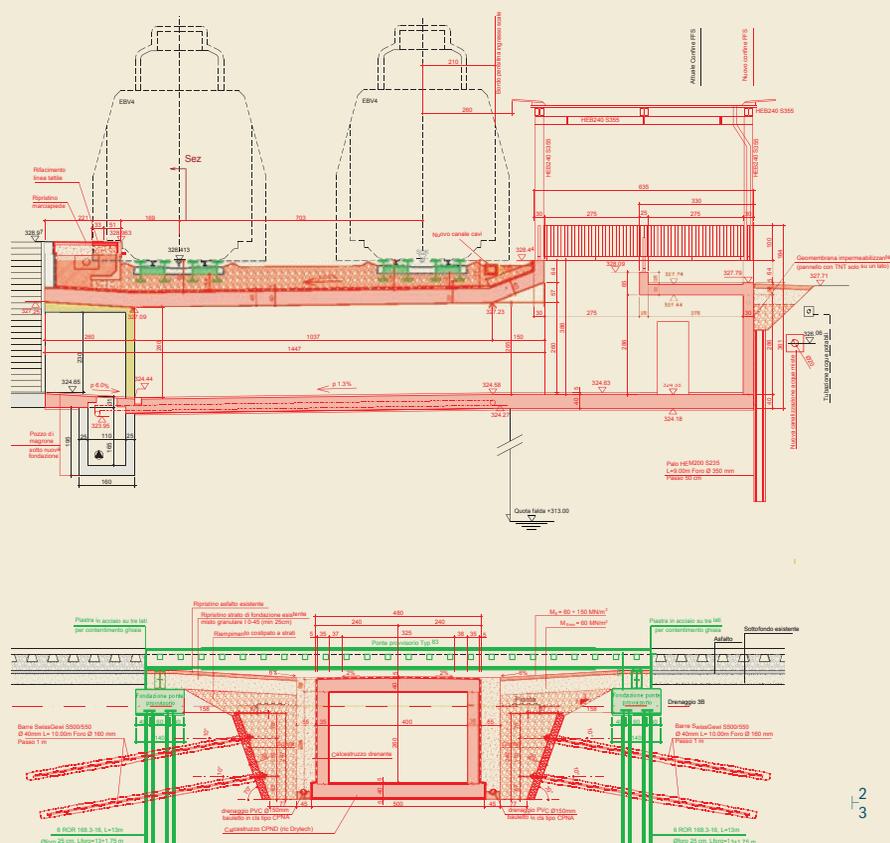
## Il cantiere e il concetto logistico

Condizioni cardine al momento dell'apertura del cantiere erano: 1) preservare la completa operatività della stazione ferroviaria, ivi inclusi gran parte dei parcheggi per l'utenza park & rail, 2) minimizzare i disturbi alla viabilità degli autopostali in manovra su via Catenazzi e 3) garantire completa accessibilità all'adiacente cantiere della SUPSI.

Il progetto strutturale in quanto tale non presenta evidenti criticità ma le suddette esigenze hanno imposto di minimizzare l'area interessata dal cantiere e una dettagliata pianificazione sequenziale delle fasi di lavorazione.

Tra queste, la prima attività è stata l'esecuzione, in corrispondenza dei binari 5 e 6, di due ponti ferroviari provvisori posati grazie a due operazioni intensive di 54 ore ciascuna (vedi nota)

A seguire sono stati pianificati gli scavi sotto i binari e i movimenti terra, che, per ridurre l'area di intervento e le interferenze su via Catenazzi, hanno previsto la realizzazione di una serie di opere di

2  
3

1 Vista generale del cantiere.

Foto Passera & Associati

2 Sezione longitudinale del sottopasso

3 Sezione trasversale del sottopasso

4 Planimetria di progetto





## Isolamento per la Svizzera.

ISOVER mantiene la Svizzera al caldo, al fresco ed all'asciutta.  
Dal 1937 nel stabilimento di Lucens (VD) vengono fabbricati  
prodotti di qualità svizzera.

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



**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN



## Schmelzpunkt > 1000 °C

Steinwolle von Flumroc.  
**Brandschutz schafft  
Sicherheit.**

[www.flumroc.ch/1000grad](http://www.flumroc.ch/1000grad)



# Master in Project Program e Portfolio Management

**Antonio Bassi**

Docente del Dipartimento tecnologie innovative della SUPSI. Responsabile MAS3PM

Il Master in Project Program e Portfolio Management (MAS3PM) nasce nel 2013 per rispondere alle esigenze di miglioramento delle performance aziendali. Nel corso degli anni, questa offerta formativa si è affermata come il principale strumento di formazione nella gestione di progetti, in particolar modo il CAS in Project Management, primo corso del Master proposto due volte l'anno, è stato seguito da circa 400 persone.

Il Project Management – che ha assunto nel tempo una crescente importanza strategico-organizzativa – si ricollega a

standard internazionali e si focalizza su un set di strumenti e soluzioni oggi imprescindibili per il lavoro a progetti. L'intento del corso è di sviluppare nei partecipanti una personale visione di approccio al lavoro che incoraggi l'analisi di soluzioni alternative alle problematiche che insorgono nella gestione di un determinato progetto, in modo da operare scelte ottimali in relazione agli obiettivi specifici dell'organizzazione e alle peculiarità del progetto stesso.

Nell'ottica della SUPSI una buona conoscenza del Project Management viene sempre più considerata come una capacità manageriale fondamentale per la crescita della persona e delle aziende che non possono prescindere dallo sviluppo di queste competenze per l'ottenimento di benefici strategici. Il Master vuole sensibilizzare le organizzazioni affinché sviluppino una cultura di gestione progettuale che possa essere pervasiva e funzionale al raggiungimento di risultati di business.

Il Dipartimento tecnologie innovative, andando anche oltre il proprio mandato di garanzia di un'offerta formativa di qualità nel settore, ha voluto promuove-

re la cultura della gestione progettuale nel territorio attraverso la fondazione dell'Associazione Project Management Ticino ([www.apm-ticino.ch](http://www.apm-ticino.ch)) che, nell'arco del 2019, ha gestito eventi e webinar che hanno registrato la partecipazione di oltre tremila persone e ha coordinato l'organizzazione della seconda edizione del Project Management Forum, incentrato sullo sviluppo delle competenze.

Il MAS3PM è un'offerta di formazione continua destinata a tutti i professionisti che devono gestire progetti complessi, che ne devono coordinare l'esecuzione o intendono avere una posizione di guida nell'ambito dell'organizzazione. Non è orientato a una specifica categoria di professionisti: è adatto a esperti provenienti da qualunque ambito organizzativo o produttivo.

Il Programma Edifici



È il momento di progettare

## Risanare la casa. Risparmiare energia e denaro.

Il Programma Edifici promuove e sostiene i risanamenti energetici.

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

## Virginie Pasquon

Direttore CyberArmor Sagl

In qualità di direttore di CyberArmor Sagl e responsabile dei progetti di cyber-security in infrastrutture critiche, gestisco clienti come grossi aeroporti, istituti finanziari, ospedali e altre aziende del settore utilities. Il mio mondo è caratterizzato da reattività e sensibilità al cambiamento particolarmente vivaci e da un'elevata attenzione alla sicurezza delle informazioni e alle minacce informatiche in crescente aumento in Europa e nel mondo. Tutti progetti che si rivelano fin dall'inizio impegnativi e, l'abilità di portarli a termine con successo, è un aspetto non trascurabile.

Lavoro in un contesto multiculturale distribuito a livello globale nel quale la necessità di saper gestire correttamente attività, personale, criticità e dimensioni dei clienti sempre più importanti era ed è ormai indispensabile. Frequentare il CAS in Project Management proposto dalla SUPSI è stata quindi una scelta naturale: cercavo un supporto pratico, oggettivo, dinamico, ma soprat-

tutto un corso capace di strutturare in modo chiaro una disciplina così vasta e facilitare la gestione delle persone nel mio gruppo.

Questa impostazione ha indubbiamente agevolato il mio lavoro in azienda e portato risultati in termini di soddisfazione del cliente e serenità della mia squadra. Il corso è, a mio avviso, una «must-do experience» che tutti i project manager o aspiranti tali dovrebbero seguire. Un programma che va oltre la preparazione per il conseguimento di una certificazione: è soprattutto un complemento per la carriera, una guida per affrontare i progetti passo dopo passo secondo la metodologia corretta, con tutti i modelli, le raccomandazioni e i suggerimenti per gestire l'imprevisto.

Il corso mi ha permesso di consolidare le conoscenze sulla gestione di una squadra e di abbassare i livelli di stress sui progetti; personalmente lo considero un enorme regalo. Questo mi ricorda una vecchia citazione, «non c'è nulla di più pratico di una buona teoria»: in un mondo in cui i progetti sono ovunque, oggi un project manager è una figura fonda-

mentale per comprendere processi, identificare i rischi e supportare il cliente nel prendere decisioni consapevoli.

### Master Real Estate Management (REM)

Il Master in Real Estate Management offre l'opportunità di un percorso formativo di lunga durata e di alto livello in cui è possibile conseguire competenze specifiche nei settori della valutazione, della gestione e del risanamento di immobili con un'attenzione particolare agli strumenti e alle metodologie più innovative legate al processo di digitalizzazione nella costruzione.

### CAS Change Management Projects

L'efficienza energetica e l'implementazione delle energie rinnovabili riguardano la progettazione, la gestione e il rinnovo degli edifici pubblici e l'elaborazione di strumenti di pianificazione territoriale per gli edifici privati. Obiettivo del corso è la formazione di nuove figure professionali che permettano ai Comuni di indirizzare la loro politica energetica allo scopo di adottare misure interessanti per il territorio.

### Per maggiori informazioni

[supsi.ch/fc-catalogo](http://supsi.ch/fc-catalogo)

**EgoKiefer**  
Porte e finestre

DIVERSITÀ COME  
ISPIRAZIONE,  
SEMPLICITÀ NELLA  
SOLUZIONE.

[egokiefer.ch](http://egokiefer.ch) Semplicemente confortevole.

**La sicurezza di essere ben consigliati.**

Securiton è il vostro partner professionale per la protezione antincendio, la protezione antieffrazione, il controllo degli accessi, la videosorveglianza, i sistemi di gestione della sicurezza e la protezione di oggetti.

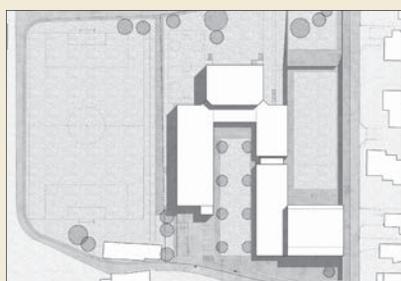
Securiton SA  
Sistemi d'allarme e di sicurezza  
Succursale Ticino  
Via Industria, CH-6814 Lamone  
Tel. +41 58 910 61 10  
[www.securiton.ch](http://www.securiton.ch), [lamone@securiton.ch](mailto:lamone@securiton.ch)  
Una società del Gruppo Securitas Svizzera

**SECURITON**  
Per la vostra sicurezza

# Concorsi

## Nuova Scuola dell'Infanzia e mensa scolastica

Cadro  
aprile 2019



1. **R/P** «Consequente»  
Boltas Bianchi Architetti, Agno
2. **R/P** «Swap»  
A + B2 Architettura, Chiasso
3. **R/P** «Quadrivium»  
Giorgio Santagostino, Milano (I)
4. **R/P** «Continuum»  
Charles de Ry Architettura SA, Lugano
5. **R/P** «Biplano»  
Beier Cabrini, Lugano
6. **R/P** «Ragusa»  
Rossetti + Wyss Architekten AG, Zollikon

## Nuova Parco Viarno a Pregassona

Lugano  
maggio 2019



1. **R/P** «Un giardino per la città»  
Westpol Landschafts Architekten, Basilea  
e Dematté Fontana Architekten, Zurigo
2. **R/P** «LINEAcontinua»  
Laboratorium KLG, Zurigo e  
Itten+Brechbühl, Lugano
3. **R/P** «Cinque Terre»  
Oikos 2000, Bellinzona e  
studiowearchitetti, Lugano

## Nuova Scuola dell'Infanzia nel Centro scolastico di Lattecaldo

Breggia  
giugno 2019



1. **R/P** «Calidum.lac»  
Studio Canevascini & Corecco, Lugano
2. **R/P** «Ob-la-di ob-la dà»  
Studio A+B2 architettura, Como (I)
3. **R/P** «+ uno»  
C.d.L. Studio d'architettura Camilla De Camilli,  
Tesserete e Studio d'architettura Stefano Lanotte,  
Gessate (I)
4. **R/P** «Iris»  
Jan Kinsbergen Architekt, Zurigo
5. **R/P** «Càmpura»  
Studio d'architettura Campana Herrmann Pisoni,  
Ascona
6. **R/P** «Duetto»  
C.d.L. Studio d'architettura bonetti & bonetti  
architetti, Massagno e  
Studio d'architettura Fabio Regazzoni, Massagno
7. **R/P** «Albachiara»  
Studio d'architettura Paola Andreani, Chiasso
8. **R/P** «Cabane»  
Studio d'architettura Buzzi, Locarno

## Meno preoccupazioni per i lavoratori indipendenti.

L'assicurazione per imprenditori della Suva tutela i lavoratori indipendenti dalle conseguenze economiche di eventuali infortuni sul lavoro, malattie professionali o infortuni nel tempo libero. Tra l'altro, la copertura assicurativa può essere estesa anche ai familiari che lavorano nell'azienda senza percepire uno stipendio soggetto ai contributi AVS. Per maggiori informazioni visitate il sito [www.suva.ch/imprenditori](http://www.suva.ch/imprenditori).

Richiedete un preventivo allo  
0848 820 820

**suva**

**Ampliamento del centro anziani**

Balerna  
giugno 2019



1. **R/P** «Agata»  
Baumschlager Eberle, San Gallo e  
Inches Geleta, Locarno
  2. **R/P** «Tulipanoblu»  
Michele Arnaboldi Architetti, Locarno
  3. **R/P** «Ginger e fred»  
Celoria Architects, Balerna
  4. **R/P** «Amici miei»  
Gaggini Studio d'architettura, Lugano
- A** «Pseudopodi»  
Studio Meyer Piattini, Lamone
- A** «DueinUno»  
Itten+Brechbühl, Lugano



I risultati dei concorsi su  
[competitions.espazium.ch/it](http://competitions.espazium.ch/it)

**R** rango  
**P** premio  
**A** acquisto



FONDATION BARRY  
DU GRAND SAINT BERNARD

La Fondation Barry du Grand-Saint-Bernard organise un concours sous la forme d'un:

## Mandat d'études parallèles d'architecture et de paysagisme

pour la création du nouveau « Barryland 2022 », parc d'attraction thématique centré sur le chien de race saint-bernard.

Les concurrents, constitués en équipe regroupant architecte et paysagiste, sont priés de faire acte de candidature avant le 18.10.2019 en mentionnant leurs titres, capacité et organisation et en mentionnant quatre références d'architecture et quatre références de paysagiste attestant de la capacité des concurrents à traiter cette problématique spécifique.

Le programme provisoire du concours et les formulaires de candidature peuvent être téléchargés sous:  
<https://fondation-barry.ch/FR/projet-barryland-2022>

# BAZZI

bazzi.ch

Art & Solutions

Piastrelle  
Mosaici  
Pietre naturali  
Arredo bagno

dal  
1908...  
il valore  
del **dettaglio**

# Gehri

gehri.swiss



*L'Arte del rivestire*  
dal 1970

PROTEZIONE FUOCO

BONIFICA AMIANTO E PIOMBO

TETTI E FACCIATE



SITAF ISOLAZIONI SA  
Azienda ticinese al vostro servizio dal 1961

Strada Ponte di Valle 14  
CH-6964 Davesco-Soragno

Tel. 091 941 81 71  
Fax 091 942 49 01

sitaf@sitaf.ch  
www.sitaf.ch

SITAF

**MINERGIE®**  
Costruire meglio. Vivere meglio.

**AMMODERNARE MINERGIE: PIÙ  
SEMPLICE DI CIÒ CHE SEMBRA.**

Desidera rinnovare un edificio secondo uno standard moderno? L'AMMODERNAMENTO DI SISTEMA MINERGIE è la soluzione ideale per una maggiore efficienza energetica, proteggendo l'ambiente e garantendo una buona qualità dell'aria interna.

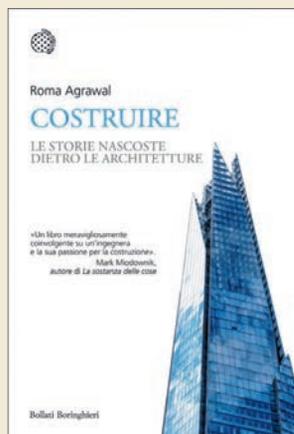
[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

**NUOVO**

Gli AMMODERNAMENTI  
MINERGIE permettono  
anche sistemi di  
ventilazione molto  
semplici



**Luciano Cardelicchio**



**Roma Agrawal**  
**Costruire. Le storie nascoste dentro le architetture**  
 Bollati Boringhieri, 2019

Roma Agrawal, classe 1983, progetta strutture da oltre dieci anni. La sua fama inizia grazie al lavoro di calcolo alla guglia sommitale del grattacielo 'The Shard' di Renzo Piano a Londra. Ho avuto la fortuna d'incontrare Agrawal quando un mio tenace allievo alla University of Kent ottenne d'intervistarla per il suo lavoro di tesi proprio sul grattacielo londinese. Accompagnando il mio studente, riscontrai in Agrawal una professionista guidata da fervente passione per la divulgazione. Questa passione è la stessa che traspare nel suo libro *Costruire. Le storie nascoste dietro le architetture*, pubblicato nella sua versione in italiano da Bollati Boringhieri nel febbraio del 2019. Nel suo libro Agrawal racconta le imprese di famosi ingegneri che hanno contribuito allo sviluppo tecnologico dell'ingegneria strutturale.

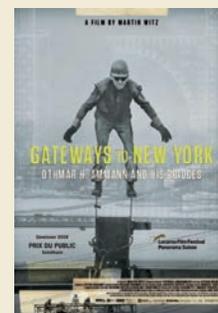
Nel libro si intrecciano tre diverse narrative riconoscibili in ogni capitolo. La prima si dipana attraverso spiegazio-

ni semplificate dei principi d'ingegneria strutturale mentre la seconda inanella la storia della costruzione di alcuni rilevanti edifici, sia antichi che moderni. Agrawal usa come collante per connettere questi due filoni narrativi alcuni episodi di vita personale che hanno influenzato la sua formazione e il suo modus operandi da ingegnere. La spina dorsale che dovrebbe legare l'intero racconto è tuttavia un po' fragile, essendo gli avvenimenti slegati logicamente e storicamente. I casi studio scelti e descritti da Agrawal appartengono alla sua formazione e quindi per la maggior parte situati nell'anglosfera. Questo comporta che grandi nomi dell'ingegneria come Maillart, Torroja, Candela, Nervi, Morandi vengano trascurati nella narrazione insieme ai loro fondamentali contributi. Le opere raccontate nel libro sono, tuttavia, analizzate e descritte con precisione e coerenza. Particolarmente riusciti i capitoli su Emily Warren Roebling, figura fondamentale per l'ultima- zione del Ponte di Brooklyn e idolo di Agrawal e su Joseph Bazalgette e il suo progetto per la rete fognaria di Londra.

Il libro si legge velocemente grazie a un linguaggio esplicativo e accessibile anche a un pubblico di non addetti ai lavori. Alla fine della lettura è difficile non domandarsi quale sia il lettore perfetto per questo libro? La domanda non trova facile risposta. Agrawal è una brillante ingegnere strutturista, ma non è un insegnante, e il libro arranca se ci si focalizza solo sul suo scopo pedagogico. Secondo l'autore l'ingegnere è colui che mette le ossa per sostenere l'immagine dell'edificio decisa dagli architetti. Questo «verdetto» si basa su un punto di vista tipico della formazione anglosassone, dove agli architetti si impartiscono contenuti tecnici che possono essere considerati limitati se paragonati all'educazione strutturale che si riceve nelle scuole di architettura in Svizzera, Spagna, Germania o Italia. Il tono del libro

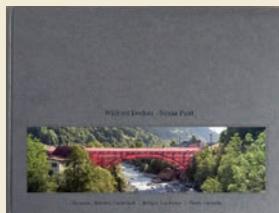
quindi potrebbe suonare un po' paternalistico a un pubblico di architetti di formazione continentale. Agrawal perde piuttosto un'occasione per raccontarci in dettaglio il dietro le quinte del suo lavoro e di cosa succede quando oggi, nella pratica, complesse architetture prendono vita.

Il contributo più importante di questo libro è certamente quello d'ispirare future generazioni di ragazze a diventare ingegneri e colmare così la retrograda disuguaglianza di genere nel settore delle costruzioni. Il lettore potrà essere incuriosito principalmente dalle esperienze personali dell'autore che ritraggono, purtroppo solo in superficie, la sua persona. Avremo voluto sapere di più degli ostacoli che una donna ingegnere ha dovuto affrontare per costruire il suo successo in un mondo professionale dominato dal genere maschile. Ci sono, quindi, delle occasioni perse in questo libro che però riesce a divulgare con determinazione e diligenza il compito e l'importanza degli ingegneri nello sviluppo tecnico dell'ambiente costruito.



Segnaliamo inoltre:  
*Gateways to New York* - I ponti di Othmar H. Ammann, regia Martin Witz  
[espazium.ch/it/attualita/costruire-ponti-letteralmente](http://espazium.ch/it/attualita/costruire-ponti-letteralmente)

Il film uscirà in versione italiana nelle seguenti sale cinematografiche: Lugano-Massagno, Cinema LUX art house; Mendrisio, Cinema Multisala; Ascona, Cinema Otello; Bellinzona, Cinema Forum; Acquarossa, Cinema Blenio



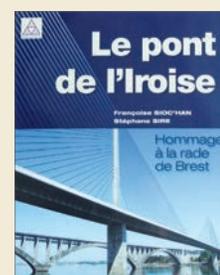
Wilfried Dechau, a cura di  
**Nossa Punt. Tavanasa - Brücken Landschaft**  
 Scheidegger & Spiess,  
 Zürich 2018



Carol Maillard  
**Un pont sur le Rhin.**  
 Marc Barani, **Architectes - Arcidbooks**  
 Arcidbooks, Paris 2019



Victor J. Jones  
**Un pont à part / A Distant Bridge.** Sergio Musmeci & Zenaide Zanini, **Potenza 1966-1976**  
 Métis Presses, Genève  
 2016



Françoise Sioc'Han,  
 Stéphane Sire  
**Le pont de l'Iroise. Hommage à la rade de Brest**  
 Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, Paris 2017

# Tappo isolamento acustico BSS

*I dettagli sono determinanti per un buon isolamento acustico!*

Nei giorni nostri, quando si costruisce, viene prestata grande attenzione all'isolamento acustico. Tuttavia, questi sforzi possono essere facilmente vanificati se la trasmissione del suono non viene impedita anche nei piccoli dettagli. La nostra innovazione offre una soluzione semplice: il tappo isolamento acustico BSS impedisce efficacemente la trasmissione del suono in zone adiacenti.



*Il tappo isolamento acustico BSS...*



*...viene inserito nei fori dei tubi distanziatori.*



*Infine chiudere i fori con i tappi - operazione conclusa!*



*Il tappo isolamento acustico BSS viene utilizzato ovunque siano richiesti interventi d'isolazione acustica, per esempio nei vani ascensori, vani scala o pareti di divisorie.*

**ALBANESE®**  
**Baumaterialien**

ALBANESE® Baumaterialien AG  
Maienriedweg 1a, 8408 Winterthur  
T. 052 213 86 41 • F. 052 213 73 59  
info@albanese.ch • www.albanese.ch

## archi

5 2019

**Archi rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica**

Fondata nel 1998, esce sei volte all'anno.  
ISSN 1422-5417

tiratura REMPI 2018

diffusa: 3228 copie, di cui 2856 vendute

via Cantonale 15, 6900 Lugano

tel. +41 91 921 44 55

redazione@rivista-archi.ch

www.espazium.ch

### Direzione

Mercedes Daguerre <sup>MD</sup>

### Coordinamento editoriale

Stefano Milan <sup>SM</sup>

### Assistente al coordinamento

Teresa Volponi <sup>TV</sup>

### Redazione

Debora Bonanomi <sup>DB</sup>

Andrea Casiraghi <sup>ANC</sup>

Gabriele Neri <sup>GN</sup>

Andrea Roscetti <sup>AR</sup>

Graziella Zannone Milan <sup>GZM</sup>

Stefano Zerbi <sup>SZ</sup>

### Redazione Expromo

Federica Botta <sup>FB</sup>

### Redazione online

Sara Groisman <sup>SG</sup>

Antonio Sedda <sup>AS</sup>

### Redazione comunicati SIA

Sophie Depondt

### Corrispondenti SUPSI

Rina Corti <sup>RC</sup>

Manuel Lüscher <sup>ML</sup>

### Grafica

Anna-Lena Walther

### Traduzioni italiano-tedesco

Dorothea Deschermeier

### Correzione bozze

Fabio Cani

### Corrispondenti

Andrea Bassi, Ginevra

Francesco Collotti, Milano

Jacques Gubler, Basilea

Ruggero Tropeano, Zurigo

Daniel Walser, Coira

### Consiglio editoriale

Tonatiuh Ambrosetti, fotografo, Losanna

Jacqueline Burkhardt, storica

dell'architettura, Zurigo

Marco Della Torre, arch. POLIMI, Milano-Como

Franco Gervasoni, ing. ETH, Bellinzona

Nicola Nembrini, ing. STS, Locarno

Nathalie Rossetti, arch. ETHZ, Zollikon

Armando Ruinelli, arch., Soglio

Nicola Soldini, storico dell'architettura,

Novazzano

### Editore

espazium - Edizioni per la cultura della costruzione

Zweierstrasse 100, 8003 Zurigo

tel. 044 380 21 55, fax 044 380 21 57

Martin Heller, presidente

Katharina Schober, direttrice

Hedi Knöpfel, assistente

### Organo ufficiale

SIA Società svizzera ingegneri e architetti,

www.sia.ch

OTIA Ordine ticinese ingegneri e architetti,

www.otia.ch

### Stampa e rilegatura

Stämpfli Publikationen AG, Berna

### Associazioni garanti

SIA Società svizzera ingegneri e architetti  
www.sia.ch

FAS Federazione architetti svizzeri

www.architekten-bsa.ch

USIC Unione svizzera ingegneri consulenti

www.usic-engineers.ch

Fondation Acube, www.epflalumni.ch/fr/

prets-dhonneur

ETH Alumni, www.alumni.ethz.ch

### Abbonamenti e arretrati

Stämpfli Publikationen AG, Berna

tel. 031 300 62 57, fax 031 300 63 90

abbonamenti@staempfli.com

Abbonamento annuale (6 numeri)

Svizzera Fr. 135.- / Estero Fr. 140.-,

Euro 119.50, Studenti Svizzera Fr. 67.50

Numeri singoli 24.-

Abbonamenti soci SIA: SIA, Zurigo

tel. 044 283 15 15, fax 044 283 15 16

rettifiche@sia.ch

### Pubblicità

Fachmedien, Zürichsee Werbe AG

Seestrasse 86, 8712 Stäfa

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

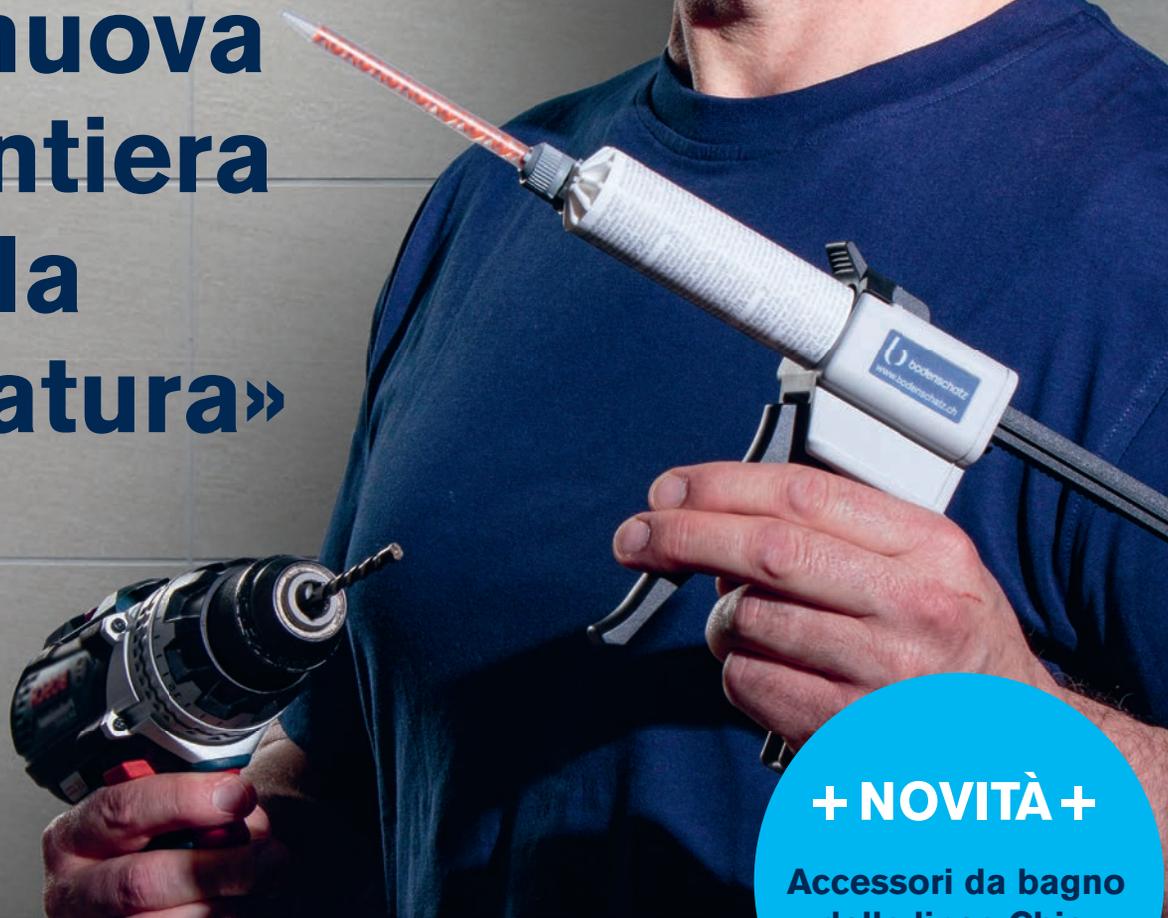
www.fachmedien.ch, info@fachmedien.ch

espazium 

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



# «L'incollaggio: la nuova frontiera della foratura»



## Da professionisti per professionisti

Con la nostra soluzione di incollaggio Adesio la scelta spetta a voi. Ora infatti, per montare la maggior parte degli accessori da bagno della linea Chic, oltre alla foratura si può procedere all'incollaggio. Con Adesio i rivestimenti delle pareti rimangono totalmente intatti ed ermetici. Inoltre, non è più possibile forare le condutture. I nostri accessori da bagno si possono montare anche su pareti sottili e sul vetro.

[adesio.ch](http://adesio.ch)

adesio by  
**bodenschatz**  
L'intelligenza in bagno



**Nello scomparto congelatore  
c'è posto per tutto.  
Anche per un frigorifero.**

Basta premere un pulsante per trasformare  
l'innovativo scomparto congelatore del  
CombiCooler V4000 in un normale vano frigo.  
La perfezione svizzera a casa vostra.  
[vzug.com](http://vzug.com)



Bonus sostenibilità: registrate entro  
il 31.12.2019 i nuovi elettrodomestici  
V-ZUG acquistati e assicuratevi il  
vostro **Cashback**.  
[promotion.vzug.com](http://promotion.vzug.com)



La perfezione svizzera a casa vostra