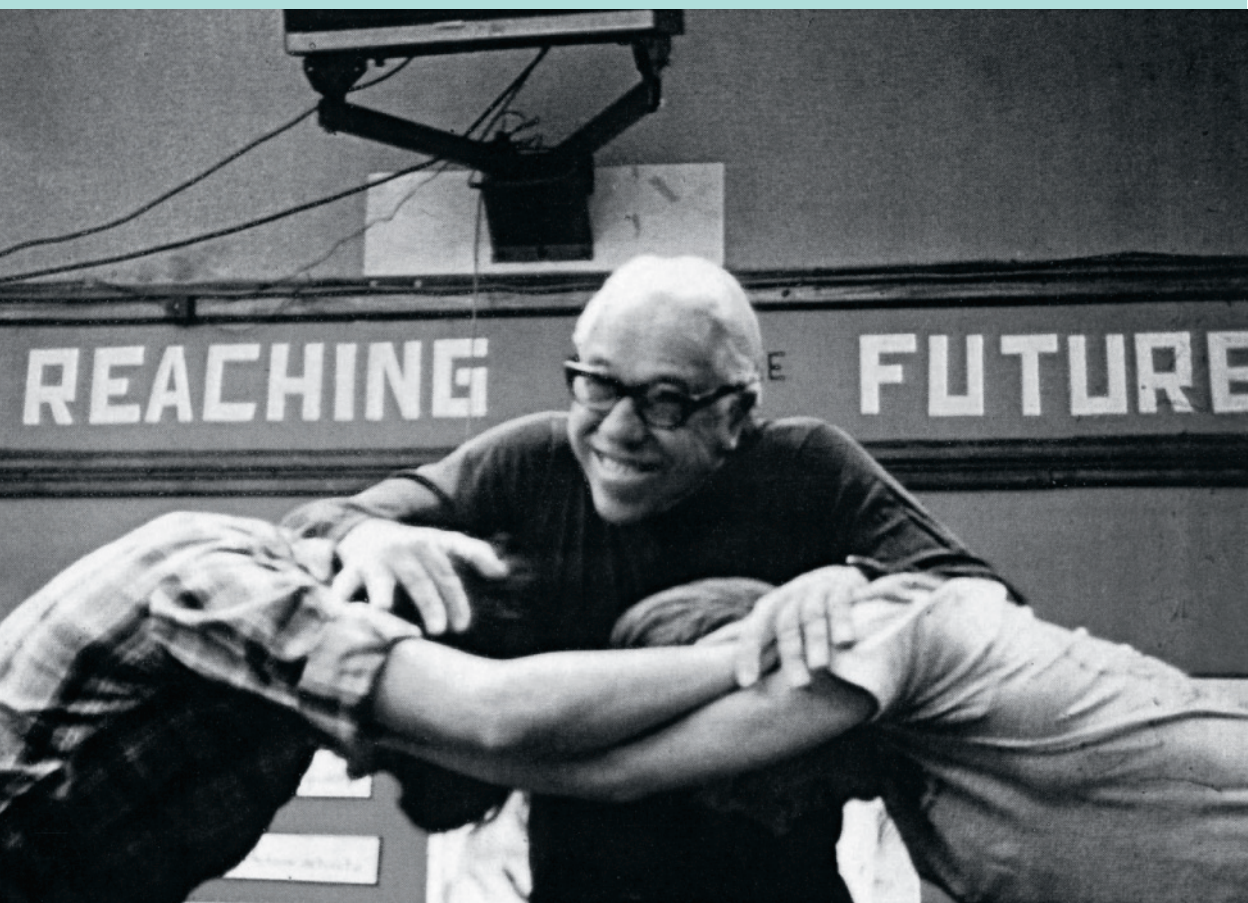


LA CONCEZIONE STRUTTURALE

Ingegneria e architettura in Italia
negli anni cinquanta e sessanta



Allemandi & C.

LA CONCEZIONE STRUTTURALE
Ingegneria e architettura in Italia
negli anni cinquanta e sessanta

A CURA DI
PAOLO DESIDERI
ALESSANDRO DE MAGISTRIS
CARLO OLMO
MARKO POGACNIK
STEFANO SORACE

UMBERTO ALLEMANDI & C.
TORINO ~ LONDRA ~ NEW YORK

Il volume è pubblicato con il contributo del MIUR, programma Prin 2008.
La ricerca «La concezione strutturale. Ingegneria e Architettura in Italia negli anni cinquanta e sessanta» coordinata dal prof. Carlo Olmo è stata condotta dalle seguenti unità:



Unità di ricerca del Politecnico di Torino

Responsabile scientifico
Carlo Olmo

Partecipanti al programma di ricerca
Michela Comba
Sergio Pace

Collaboratori
Daniela Ferrero
Alberto Bologna
Cristiana Chiorino

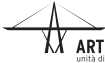


Unità di ricerca del Politecnico di Milano

Responsabile scientifico
Alessandro De Magistris

Partecipanti al programma di ricerca
Cino Zucchi
Anna Bronovickaja
(Istituto di Architettura di Mosca)

Collaboratori
Giulio Barazzetta
Patrizia Bonifazio
Maria Vittoria Capitanucci
Ivica Covic
Federico Deambrosis



ARTE DEL COSTRUIRE
unità di ricerca www.iaav.it/arteconstruire

Unità di ricerca di Venezia

Responsabile scientifico
Marco Pogacnik

Partecipanti al programma di ricerca
Roberto Masiero

Collaboratori
Alessandro Brodini
Francesca Mattei
Luka Skansi



Unità di Ricerca di Udine

Responsabile scientifico
Stefano Sorace

Partecipanti al programma di ricerca
Orietta Lanzarini
Gloria Terenzi

Collaboratori
Francesca Mattei



Responsabile scientifico
Paolo Desideri

Collaboratore
Fernando Salsano

*Coordinatrice scientifica per la pubblicazione e il
seminario «La concezione strutturale. Ingegneria e
Architettura in Italia negli anni cinquanta e sessanta»
tenuto a Torino il 5, 6, 7, dicembre 2012*
Michela Comba

Si ringraziano Antonio Becchi (Max Plank
Institute for Science di Berlino), Harmut Frank
(HCU-Hamburg), Marzia Marandola
(Università La Sapienza di Roma), Sergio
Poretti (Università Roma Tor Vergata) e Bruno
Reichlin (Accademia di Architettura di
Mendrisio) che hanno partecipato come
discussants al seminario.

Sommario

- 7 Tra etica e scienza, tra liberalità e organizzazione
CARLO OLMO
- 19 Architettura e ingegneria
- 21 L'estetica dell'impersonale
MARCO POGACNIK
- 35 Costruzione e progetto nelle opere di Angelo Mangiarotti,
Bruno Morassutti e Aldo Favini
GIULIO BARAZZETTA
- 49 Tecnica e architettura industriale: il cantiere Olivetti, due possibili
protagonisti, alcune riflessioni
PATRIZIA BONIFAZIO
- 63 Progettazione industriale e committenza in Lombardia tra gli anni cinquanta
e settanta. Tra scienza e poesia: aspirazioni tecnologiche e sperimentazioni
strutturali all'insegna di un nuovo umanesimo liberale
MARIA VITTORIA CAPITANUCCI
- 75 Il vocabolario strutturale di Carlo Mollino tra gli anni cinquanta e sessanta
MICHELA COMBA
- 89 Moretti e Nervi. Alcune considerazioni sul disegno della Stock Exchange
Tower a Montreal (1960-1965)
ORINETTA LANZARINI
- 103 Una forte amicizia, una casa esile: Pier Luigi Nervi e Lina Bo Bardi
ROBERTA MARTINIS
- 115 L'altra torre. Concezione strutturale, architettura e città nell'edificio in corso
Francia a Torino (BBPR, Gian Franco Fasana e Giulio Pizzetti: 1955-1959)
SERGIO PACE

- 129 Myron Goldsmith e l'Italia (1953-1955)
LUKA SKANSI
- 144 Sedici edifici / Venti anni di architettura
FEDERICO PADOVANI / MARKO POGACNIK
- 161 Protagonisti della ricerca strutturale
- 163 Circostanze e fortune internazionali dell'ingegneria italiana
ALESSANDRO DE MAGISTRIS
- 181 Ascesa e declino della Scuola italiana di ingegneria
TULLIA IORI / SERGIO PORETTI
- 195 L'apporto di Mario Salvadori nella carriera statunitense di Pier Luigi Nervi
ALBERTO BOLOGNA
- 205 La Nervi & Bartoli spa (1947-1961). La creatività applicata all'industria
delle costruzioni
PAOLO DESIDERI / FERNANDO SALSANO
- 217 Analisi e accertamento strutturale del Palazzo del Lavoro di Torino
STEFANO SORACE / GLORIA TEREZI
- 229 Riccardo Morandi per il V padiglione di Torino Esposizioni
EDOARDO BRUNO
- 241 Giorgio Dardanelli, Riccardo Morandi, Giorgio Rigotti, Silvano Zorzi
e il Servizi Costruzioni e Impianti Fiat
RITA D'ATTORRE
- 253 Le coperture a grande luce nell'opera di Sergio Musmeci
ALESSANDRO BRODINI
- 265 I ponti di Fabrizio de Miranda
FRANCESCA MATTEI
- 277 Come caleidoscopi: gli elementi modulari a guscio a supporto centrale
nel dibattito degli anni cinquanta
FEDERICO DEAMBROSIS
- 289 Biografie

Ascesa e declino della Scuola italiana di ingegneria¹

TULLIA IORI - SERGIO PORETTI

Negli anni cinquanta e sessanta l'ingegneria italiana si impone all'attenzione internazionale con una serie di opere strutturali di grande originalità.

Nel passaggio dalla ricostruzione al miracolo economico le occasioni per realizzare grandi strutture sono tante: il rifacimento delle migliaia di ponti demoliti; l'Autostrada del Sole; le olimpiadi di Roma del 1960; il centenario dell'Unità a Torino nel 1961; gli hangar e le stazioni negli aeroporti internazionali; i grattacieli all'italiana a Milano e a Roma.

In questo fervore operativo prende corpo una vera e propria Scuola di ingegneria strutturale.

Come si spiega il paradosso per cui un Paese ancora in forte ritardo tecnologico esprime un'ingegneria particolarmente progredita?

Per rispondere bisogna ripercorrere un itinerario. L'exploit dell'ingegneria Italian Style è il momento culminante di una lunga sperimentazione, iniziata con l'avvento del cemento armato ai primi del Novecento e continuata senza interruzioni negli anni dell'autarchia e della seconda guerra.

Il boom dell'ingegneria è un fenomeno tanto esaltante quanto fulmineo. Già negli anni della crisi immediatamente successiva, la meteora dell'ingegneria Italian Style è scomparsa. E nell'attività seguente, a parte alcune code, l'opera strutturale italiana non riuscirà più a recuperare l'identità del periodo aureo.

L'egemonia del cemento armato

La Scuola italiana è univocamente basata sul cemento armato. La sua evoluzione segue passo per passo l'avventuroso sviluppo delle grandi strutture realizzate con questo materiale. Durante l'Ottocento, infatti, sebbene nelle università si innesti una robusta tradizione scientifica, nei vari Corpi dello Stato l'ingegnere assume il profilo professionale del tecnico burocrate, che opera nella modernizzazione dei catasti, nello sviluppo della rete stradale, nella bonifica delle zone paludose. A parte poche eccezioni, la realizzazione delle strutture metalliche è generalmente affidata a imprese e progettisti stranieri.

L'avvento del cemento armato, alla fine del secolo, imprime una svolta drastica allo sviluppo dell'ingegneria in Italia (e dell'edilizia in generale). La diffusione del nuovo materiale è immediata. Rispetto alla costruzione metallica, infatti, il cemento armato presenta una maggiore compatibilità con lo stato artigianale dell'edilizia italiana.

Dopo un iniziale scetticismo, anche nel settore scientifico l'attenzione si concentra interamente sul nuovo materiale. L'adeguamento al cemento armato della meccanica delle strutture, sviluppata in precedenza con esclusivo riferimento alla costruzione metallica, è opera in Italia dei due più eminenti rappresentanti della disciplina: Camillo Guidi e Sivio Canevazzi. Essi operano, entrambi, a stretto contatto con alcuni pionieri del cemento armato. Guidi ha tra i suoi allievi Giovanni A. Porcheddu, che è uno dei più importanti agenti del sistema Hennebique. Canevazzi insegna a stretto contatto con Attilio Muggia che, a sua volta, è un agente dello stesso sistema francese.

Comincia così quel proficuo interscambio tra scienza e tecnica che resterà uno dei capisaldi della scuola italiana. Protagonisti delle fasi cruciali della sua evoluzione saranno gli scienziati Arturo Danusso e Gustavo Colonnetti (allievi di Guidi), che agiranno in stretta collaborazione con una generazione particolarmente prolifica di ingegneri progettisti.

La sperimentazione su modelli e il «sistema Nervi»

Dalla collaborazione fra Danusso e Nervi ha origine all'inizio degli anni trenta la linea sperimentale italiana sulle volte sottili. Questa tipologia strutturale, attraverso le opere di Torroja, di Candela, di Isler, è uno dei motori per il rilancio in grande stile della struttura in cemento armato. La superficie a doppia curvatura, resistente per forma, è uno strumento efficace per aggirare, per via geometrica, il punto debole della scarsa resistenza a trazione del calcestruzzo.

Teorico e progettista, Danusso è convinto che il calcolo analitico basato sulla teoria elastica sia inadeguato a descrivere il comportamento statico della struttura in cemento armato (in quanto non può tener conto delle risorse nascoste che questa attiva nella fase plastica). Partendo da questa considerazione, il professore apre in Italia la strada della sperimentazione empirica per il calcolo e la verifica delle strutture (mentre Gustavo Colonnetti si impegna per l'affinamento dello strumento analitico).

Il punto di forza della strategia di Danusso sta nelle prove su grandi modelli, che consentono di indagare direttamente lo stato di sollecitazione. Nel 1931, il laboratorio «Prove modelli e costruzioni», istituito nel Politecnico di Milano, inizia un'attività di supporto alla progettazione di strutture in cemento armato complesse e altamente iperstatiche - dalle dighe, ai ponti, agli edifici alti - che proseguirà, dal 1951, nel laboratorio dell'ISMES (Istituto sperimentale modelli e strutture) istituito dallo stesso Danusso a Bergamo.

L'attività di Danusso si incontra, all'inizio degli anni trenta, con quella che Nervi, con lo stesso orientamento, sta autonomamente conducendo da alcuni anni. Operando come costruttore, l'ingegnere scopre direttamente in cantiere le inesauribili potenzialità derivanti dalla plasmabilità del materiale.

Le dinamiche forme dello stadio Berta, sono il risultato di un'ideazione basata sull'aprezzamento intuitivo del comportamento statico. Rimaste nude per mancanza di fondi, esse procurano a Nervi un'immediata fama di progettista moderno.

Qualche anno dopo, finalmente, nelle aviorimesse per l'aeronautica militare a Orvieto la collaborazione tra Nervi e Danusso può concretizzarsi con le prove su un modello (di celluloido), eseguite nel laboratorio di Milano.

Negli stessi anni dell'autarchia e della guerra Nervi si impegna, con la sua impresa, Nervi & Bartoli, in una sperimentazione parallela, volta a reinventare il modo di fabbricare le strutture in cemento armato. Nelle forme resistenti, geometricamente complesse, il problema costruttivo da risolvere è quello delle casseforme necessarie per il getto in opera. E non si tratta soltanto del costo elevato: «La cassaforma in legname costituisce un passaggio obbligato attraverso forme proprie del legno, che limita la libertà della struttura cementizia», scrive Nervi in *Scienza o arte del costruire?* nel 1945.

È necessario dunque inventare un procedimento costruttivo più adatto alla natura del materiale e quindi anche più semplice ed economico. Nasce da questa esigenza il «sistema Nervi». È un modo di fabbricare elementi in cemento armato del tutto nuovo. Esso si basa su due geniali espedienti: la prefabbricazione strutturale e il ferrocemento. La prefabbricazione strutturale consiste nel confezionare a piè d'opera piccole parti e nell'unire poi i pezzi prefabbricati con getti di «saldatura», ripristinando integralmente la monoliticità e la continuità strutturale. Si evita così la costosa centina-cassaforma necessaria nel procedimento usuale con il getto interamente in opera.

Il ferrocemento è un inedito composto messo a punto negli anni della guerra, costruendo alcune barche. È un feltro composto di reti metalliche inglobate in un impasto di cemento e sabbia, adatto alla realizzazione di solette sottili, che sfruttano la resistenza per forma. In questo modo, anche nel confezionamento delle parti prefabbricate si fa a meno della casseforma, in quanto la rete d'armatura può trattenere l'impasto applicato direttamente a mano.

Perfezionato attraverso numerose esperienze minori, il sistema si rivela adatto alla realizzazione di grandi coperture. Ed è questa la vera invenzione di Nervi: un sistema semplice ed economico per costruire strutture di grande luce. Nel 1947, per il salone B dell'Esposizione di Torino, saldando in sito piccoli «conci d'onda» in ferrocemento dello spessore di soli tre centimetri, prefabbricati manualmente a piè d'opera, l'ingegnere costruisce una volta a botte di oltre 90 metri di luce, con rapidità ed economicità straordinarie.

Frutto a un tempo della concezione strutturale e del sistema costruttivo, la superficie minutamente ondulata o nervata, originale reinterpretazione della volta sottile, diventa nelle opere della maturità la cifra distintiva dell'architettura di Nervi.

Gustavo Colonnetti e la precompressione

Ma c'è un altro strumento su cui si incentra la rivitalizzazione della struttura in cemento armato in quegli anni. È la tecnica della precompressione.

In questo caso la scarsa resistenza a trazione del calcestruzzo, che comporta la difficoltà di realizzare luci ampie, viene aggirata per via meccanica, approfittando della possibilità del composto armatura/calcestruzzo di innescare stati di coazione.

Anche sul fronte internazionale della precompressione l'Italia è in prima linea. Mentre alla base dello sviluppo delle volte sottili, come abbiamo visto, c'è il sodalizio tra Danusso e Nervi, il protagonista assoluto dello sviluppo del cemento armato precompresso in Italia è un altro scienziato, Gustavo Colonnetti, anche lui esponente prestigioso della Scuola torinese.

Convinto assertore della necessità di indagare le strutture «al di là della teoria classica dell'elasticità», Colonnetti ha studiato a lungo sia il comportamento del corpo elastoplastico sia gli stati di coazione. E quando, sul finire degli anni trenta, durante un giro di conferenze a Parigi viene affascinato dagli esperimenti di Eugène Freyssinet, intraprende un'efficacissima opera di divulgazione della precompressione in Italia. In quella «rivoluzione dell'arte del costruire», infatti, riscontra una geniale applicazione delle proprie teorie, al fine di ottimizzare il comportamento strutturale del cemento armato.

Con questo entusiasmo, nel 1939 si impegna in varie iniziative: a settembre elabora un sistema di calcolo per le travi ad armatura preventivamente tesa; a dicembre deposita un brevetto per travi precomprese che sintetizza il meglio dei sistemi già messi a punto dallo stesso Freyssinet e, in Germania, da Dischinger e da Hoyer.

Ma siamo in piena autarchia, a un passo dall'entrata in guerra e non è certo il momento più adatto per introdurre in Italia innovazioni nell'impiego del cemento armato.

Colonnetti non si ferma per questo. Durante la guerra continua a operare nel Campo di internamento universitario italiano organizzato con la Scuola di Ingegneria di Losanna, in cui transitano alcuni degli ingegneri che saranno gli artefici della precompressione in Italia: Franco Levi, Aldo Favini, Silvano Zorzi.

Richiamato a Roma nel dicembre del 1944 come Presidente del CNR, diviene uno dei grandi registi della ricostruzione. In questa veste imprime una decisiva accelerazione allo sviluppo del precompresso. Nel luglio del 1945 istituisce, presso il Politecnico di Torino, il «Centro di studio sugli stati di coazione elastica», affidando la direzione a Levi. Nel 1947 promuove il decreto legge che regola l'impiego delle strutture precomprese. Nel 1949 agevola la costituzione dell'ANICAP (Associazione Nazionale Italiana del Cemento Armato Precompresso).

L'effetto dell'azione promozionale è immediato. Tra il 1949 e il 1951 si costruiscono i primi ponti in cemento armato precompresso: quello sul Samoggia di Giuseppe Rinaldi, collaudato nel marzo del 1950; il ponte sull'Elsa di Riccardo Morandi, comple-



1. SILVANO ZORZI, PONTE SUL TAGLIAMENTO ALLO STRETTO TRA PINZANO E RADOGNA, 1967-1970. FOTO S. PORETTI.

tato a settembre dello stesso anno; il ponte per l'impianto sul Mucone, del 1951, del più giovane Zorzi.

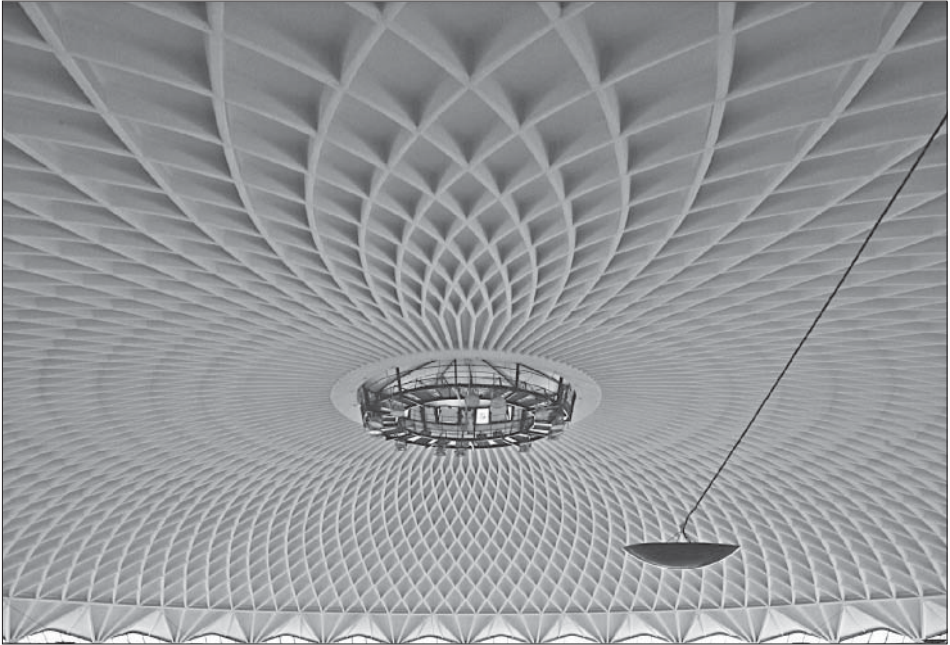
È ancora l'inizio della sperimentazione. Lo schema statico è quello più semplice, la trave appoggiata, e la tecnica è quella più comune a cavi scorrevoli post-tesi. In cantiere, teorici e progettisti lavorano fianco a fianco.

Ma per i progettisti più appassionati, il precompresso spalanca un nuovo, stimolante campo di ricerca. Da questa rivoluzionaria tecnologia nasceranno le inedite, stupefacenti strutture di Morandi, la stessa magia alimenterà il rinnovamento stilistico (più sobrio ma non meno sofisticato) che Zorzi condurrà sugli schemi strutturali più semplici (fig. 1).

Dalla ricostruzione al boom economico

Con le volte sottili di Nervi e con i primi ponti in precompresso siamo già entrati nel vivo della ricostruzione postbellica. È iniziato un periodo di straordinaria operatività per l'ingegneria italiana, che finalmente può applicare concretamente, nei grandi piani infrastrutturali, gli esiti di linee sperimentali lungamente elaborate negli anni precedenti. Nella ricostruzione delle migliaia di ponti demoliti durante il conflitto, l'arco in cemento armato ordinario, che ha avuto ampia diffusione nel periodo tra le due guerre, continua a dominare la scena.

Alla metà degli anni cinquanta, sulla ricostruzione si innesta un vasto programma di nuove opere edilizie e infrastrutturali. Siamo nel bel mezzo del miracolo economico. Nel giro di pochi anni, dallo stato di cronica arretratezza l'Italia entra direttamente nel



2. PIER LUIGI NERVI, ANNIBALE VITELLOZZI, PALAZZETTO DELLO SPORT, ROMA, 1956-1957.
FOTO S. PORETTI.

piccolo gruppo dei Paesi più sviluppati. Un salto acrobatico che ha indotto recentemente gli storici dell'economia a definire il Paese «ritardatario di successo» sulla via della modernizzazione.

È la fase in cui si forma sul campo la Scuola italiana di ingegneria. Non solo con le opere dei suoi protagonisti più noti, ma con l'apporto di due intere generazioni di teorici e progettisti, che operano in stretta collaborazione: i maestri Colonnetti e Danusso, affiancati dagli allievi Levi, Giulio Pizzetti, Guido Oberti, Ceradini; i progettisti, Giulio Krall, Nervi, Morandi, Carlo Cestelli Guidi inseguiti da vicino dai più giovani Zorzi, Musmeci, Carè e Giannelli, Galli e Franciosi.

L'Autostrada del Sole, primo tronco di un vasto piano autostradale destinato a favorire il trasporto automobilistico privato, per l'ingegneria strutturale ha un effetto propulsivo straordinario, paragonabile a quello che il piano Ina Casa (che sta entrando nel secondo settennio) esercita sull'architettura.

Il rapido avvio della costruzione è seguito da una straordinaria efficienza nella fase esecutiva. Il 19 maggio 1956 si posa il primo cippo e in meno di otto anni, il 4 ottobre 1964, l'autostrada viene aperta al traffico. Il segreto della rapidità sta nella frammentazione dei lavori in piccoli lotti, ciascuno di pochi chilometri. Il vantaggio della standardizzazione viene meno. Nei tanti appalti-concorso le opere vengono ridisegnate una

a una. Alla fine, nella varietà dei ponti e dei viadotti, la «strada dell'Unità» diventa un repertorio completo delle diverse anime della Scuola italiana.

Il ponte in precompresso è impiegato negli attraversamenti dei fiumi più prestigiosi (il Po, l'Arno, il Tevere). Le soluzioni, per lo più isostatiche, sono elaborate dagli specialisti della tecnologia, Zorzi, Morandi, Cestelli Guidi, Castiglia, Levi, Turazza, che usufruiscono dell'assistenza del Centro studi delle coazioni elastiche.

Contemporaneamente, l'arco in cemento armato di grande luce svolge il ruolo della primadonna nel tratto appenninico. Nello spazio di poche decine di chilometri sono nascosti alcuni dei ponti più eleganti del Novecento italiano: il viadotto sull'Aglio di Oberti, il Poggettone e Pecora Vecchia di Carè e Giannelli, i ponti sul Merizzano e sul Gambellato di Krall, quello sul Sambro di Morandi.

Il carattere epico dell'imponente cantiere autostradale è restituito dalle attrezzature scenograficamente artigianali della piccola impresa: «una splendida incastellatura di tralicci tubolari in acciaio disposti a ventaglio» o i temerari Blondin tipo Cruciani a falconi oscillanti, utilizzati per i getti in opera.

Nella costruzione dell'Autosole, opera collettiva, si nota un'assenza eccellente. Quella di Pier Luigi Nervi. In compenso la sua opera sta entrando in tutte le case con le immagini televisive delle olimpiadi di Roma del 1960 e delle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia, a Torino.

A Roma, l'ingegnere progetta e costruisce in pochi mesi con la sua impresa, Nervi & Bartoli, quattro autentici capolavori. Il Palazzetto dello Sport al Flaminio (fig. 2) ha una cupola di 60 metri di diametro, sostenuta da 36 cavalletti radiali, disegnata all'interno da una minuta trama di nervature romboidali. Il Palazzo dello Sport all'Eur è coperto da una cupola di 100 metri, fortemente ribassata e plasmata con fitte onde radiali. Lo Stadio Flaminio è scandito all'esterno dalla ripetizione dei telai delle gradinate, sulle quali spicca la snella pensilina dal profilo corrugato. Il viadotto di corso Francia è sostenuto da piloni sagomati, la cui sezione, cruciforme alla base vira seguendo una rigata verso il rettangolo in sommità.

Nell'insieme, le forme architettoniche appaiono piuttosto tradizionali, con una netta predilezione per le curve simmetriche.

L'originalità sta nelle minute modellature della struttura in cemento armato: trame e ondulazioni delle cupole e delle volte, sagomature dei pilastri. È il tratto inconfondibile dell'architettura di Nervi. Le superfici, sebbene plasmate con la ricchezza della decorazione, in realtà riproducono fedelmente il flusso delle tensioni interne alla struttura.

È il risultato della leggendaria intuizione strutturale di Nervi, naturalmente. Ma anche delle potenzialità del «sistema Nervi», di cui le opere olimpiche sono il definitivo banco di prova.

L'invenzione di Morandi

Nelle grandi realizzazioni del boom la partecipazione di Riccardo Morandi è defilata. A Roma progetta il cavalcavia della via olimpica. A Torino disegna la futuristica monorotaia sopraelevata. Sull'Autosole firma alcuni ponti singolarmente sobri.

Ma, parallelamente, l'ingegnere romano sta percorrendo una propria strada, lungo la quale arriverà a uno stile architettonico assolutamente unico. Fin dai primi lavori degli anni trenta Morandi tende a ridisegnare le più convenzionali strutture in cemento armato - ad arco, a travata, a telaio - alla ricerca di una maggiore leggerezza ed essenzialità. I setti e le lastre curve delle classiche strutture in cemento armato sono scomparse, nelle sue opere, in fasci di elementi lineari.

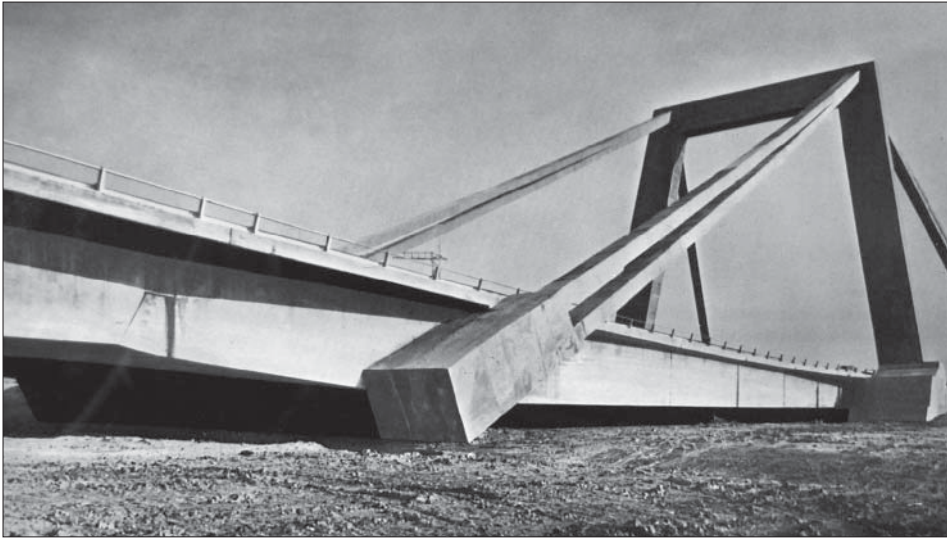
Applicata al classico ponte ad arco, questa strategia conduce agli alleggerimenti della passerella sul Lussia, del ponte sullo Storms River, prima di arrivare all'impressionante esilità del ponte sulla Fiumarella a Catanzaro, col suo arco di oltre 230 metri di luce (fig. 3).

Nel frattempo, in una sperimentazione iniziata negli anni della guerra, la strategia della leggerezza viene rafforzata dalla precompressione. Dall'impiego sapiente e appassionato della geniale tecnica nascono versioni ancor più sofisticate e leggere delle tipologie strutturali di base: la travata isostatica Gerber, il telaio incernierato al piede, la trave bilanciata con tiranti sottesi.

Ma la vera invenzione di Morandi è la trave strallata su cavalletto bilanciato. La prima



3. RICCARDO MORANDI, VIADOTTO SUL FIUMARELLA, CATANZARO, 1958-1964.



4. RICCARDO MORANDI, VIADOTTO SULL'ANSA DELLA MAGLIANA PER L'AUTOSTRADA ROMA-FIUMICINO, ROMA, 1963-1967.

realizzazione nel grandioso ponte sulla laguna di Maracaibo (il più lungo del mondo con i suoi nove chilometri), gli procura subito una fama internazionale paragonabile, tra gli italiani, solo a quella di Nervi. Alla consueta scomposizione in elementi lineari del pilone e dell'impalcato gerber si aggiunge il sistema antenna-stralli, che rende le membrature più esili e l'insieme più imponente e spettacolare.

La trave strallata è già ampiamente collaudata nel campo della costruzione metallica. L'originalità della versione di Morandi consiste nella sua esecuzione con la tecnica del cemento armato precompresso, che prevede la modellazione artigianale degli elementi. Dal contrasto fra la leggerezza di struttura tirantata e la natura sostanzialmente muraria nasce la forza figurativa e simbolica del cavalletto strallato. Ne è ben conscio Morandi, che nelle successive realizzazioni italiane - il viadotto del Polcevera a Genova, il viadotto nell'ansa del Tevere alla Magliana (fig. 4), gli hangar all'aeroporto di Fiumicino - estende l'impiego del cemento in coazione anche agli stralli.

La scomparsa delle lucciole

La volta ondulata di Nervi, la superficie minima di Musmeci, il cavalletto strallato omogeneo di Morandi, la travata sagomata di Zorzi, sono espressioni diverse di una Scuola unitaria, che esprime un'ingegneria Italian Style.

Su quali elementi si basa l'identità così spiccata della Scuola italiana di ingegneria strutturale?

Il protagonista è una singolare figura polivalente di scienziato, costruttore, designer. La sua origine è saldamente radicata nell'alveo del Positivismo di stampo ottocentesco in

cui cresce l'ingegneria moderna. La fedeltà al dogma della sincerità strutturale lo dimostra. Ma, nello stesso tempo, l'ingegnere italiano respira l'atmosfera prevalentemente umanistica della cultura del Paese. Di cui assorbe i principali caratteri.

È un seguace del Neorealismo. Subisce (come tutti) la straordinaria influenza di Benedetto Croce. E, anziché opporsi alla subordinazione della scienza rispetto alla cultura umanistica, subordinazione che dell'estetica crociana è uno dei caposaldi, ne diventa paradossalmente uno dei più convinti fautori.

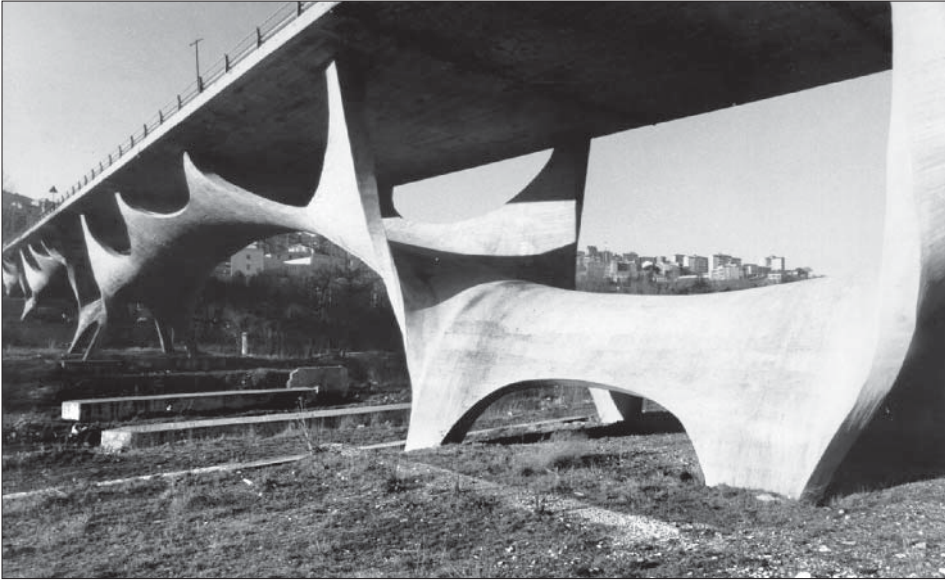
È un sostenitore del cattolicesimo. Condivide in particolare la tesi del «concordismo» tra scienza e fede religiosa, centrale nella cultura italiana. Colonetti parla di «ingegnere aiutante di Dio» e allude a una sostanziale equivalenza tra giustizia distributiva delle tensioni e giustizia divina. Danusso prospetta «l'ordine fisico (come) specchio analogico dell'ordine morale» e non perde occasione per tracciare suggestive analogie tra la meccanica e la vita.

È un adepto del Futurismo. Col quale, per dir meglio, l'ingegneria scambia dall'inizio un rapporto di reciproca attrazione. Mentre ne alimenta l'iconografia con i propri contenuti, Positivismo, Scientismo, Tecnologismo, simmetricamente ne assorbe le tonalità espressive: l'immediatezza figurativa, il lirismo, il gusto visionario.

Dall'ortodossa osservanza dei fondamenti dell'ingegneria moderna e dall'immersione nel clima letterario e cattolico dominante in Italia deriva il tratto identitario che meglio distingue l'ingegnere italiano (dall'anglosassone o dal mitteleuropeo): la particolarità del suo positivismo: un positivismo umanistico. Un tratto che lo accomuna, invece, a un'altra figura tipicamente italiana, quella dell'industrial designer, non a caso protagonista, in questi anni, di un successo internazionale altrettanto eclatante. D'altra parte il tavolo e il ponte condividono una delle radici più profonde dell'Italian Style: la conservazione della natura artigianale nell'oggetto tecnologicamente avanzato.

Negli anni sessanta la fama internazionale dell'ingegneria italiana dilaga in tutto il mondo. Nelle cupole di Nervi, che fanno da sfondo alle prove olimpiche, e nel cavalletto strallato di Morandi si riconosce il made in Italy nelle sue forme più monumentali. Alla mostra «Twentieth Century Engineering» al Museum of Modern Art di New York, nel 1964, in un succinto panorama mondiale, è incluso un numero elevatissimo di opere italiane.

Ma nello stesso momento in cui giunge al suo apice, il periodo aureo dell'ingegneria italiana si interrompe bruscamente. È una delle conseguenze dell'improvviso mutamento delle condizioni produttive del Paese, che in pochi mesi dall'eccezionale sviluppo del boom economico precipita nella successiva crisi congiunturale, nell'instabilità politica, fino alle crisi energetiche e all'Austerità degli anni settanta. Ma è anche l'effetto della trasformazione più generale e profonda del settore dell'ingegneria strutturale. L'avvento dell'informatica, i mutamenti degli strumenti di calcolo, la specializzazio-



5. SERGIO MUSMECI, PONTE SUL BASENTO, POTENZA, 1967-1975.

ne avanzante conducono all'estinzione della figura classica del progettista di grandi strutture.

D'ora in poi la grande struttura non è più l'opera individuale di un autore: è il prodotto, impeccabile e sofisticato, ma totalmente spersonalizzato, del team multinazionale e plurispecialistico.

Nelle nuove dinamiche sovranazionali l'ingegneria italiana, dopo gli anni del miracolo, non riesce a ritrovare una propria identità. La generazione di Nervi, Morandi, Musmeci, Zorzi, consegna ai posteri un cospicuo patrimonio di opere di altissima qualità. Ma non lascia eredi.

Contemporaneamente vengono meno anche le condizioni per la sopravvivenza del cantiere artigianale, con maestranze altamente qualificate e tuttavia a buon mercato.

La sparizione della Scuola italiana di ingegneria è uno dei momenti del generale dissolvimento della cultura materiale italiana nella omologazione dilagante. Numerose sono le vittime coinvolte nella pasoliniana «scomparsa delle lucciole». Tra queste, una delle più illustri è l'ingegnere.

¹ La ricerca di cui questo saggio è breve sintesi è condotta dagli autori nell'ambito del progetto SIXXI - *Twentieth Century Structural Engineering: the Italian Contribu-*

tion, ERC Advanced Grant 2011. Per informazioni sul progetto, riferimenti, bibliografia, vedi: www.sixxi.eu.

Rise and fall of the Italian School of Engineering

In the 1950s and 1960s Italian engineering got the international attention with a number of extremely original structural works.

In the transition from the reconstruction to the economic boom, Italy had many chances to build great structures: the reconstruction of thousands destroyed bridges; the so called “Autostrada del Sole” (Motorway of the Sun); the Games of the XVII Olympiad in Rome in 1960; the 100th anniversary of Italian unification in Turin in 1961; hangars and stations in international airports; the Italian-style skyscrapers in Milan and Rome. A real School of Structural Engineering took shape from this creative rush.

How the paradox of a country that lagged far behind others in terms of technology but, at the same time, generated a particularly advanced engineering could be explained?

In order to answer this question we have to retrace our steps. The success of the Italian Style engineering, in fact, is the climax of a long experimenting process that started with the advent of reinforced concrete in the early 20th century and continued uninterrupted during the autarchy period and the Second World War.

The Italian School was univocally based on reinforced concrete, a material that has completely replaced metal structures since the beginning of the century.

It was firstly used for great structures in the scientific sector, thanks to Camillo Guidi and Silvio Canevazzi first and Arturo Danusso and Gustavo Colonnetti later on. These two closely cooperated with the most important Italian agents for the Hennebique system and then with a particularly productive generation of design engineers.

The collaboration between Danusso and Nervi gave birth to the Italian Style applied to the slender vault – this structural scheme, thanks to its shape-dependent resistance is able to bypass the weakness represented by the low concrete tensile strength.

In Italy, Danusso, theorist and designer, pioneered testing on large scale models to calculate and assess structures. He created the *Prove modelli e costruzioni*, Model and construction tests, lab at the Polytechnic of Milan in 1931 and ISMES in Bergamo in 1951. Along this pathway, he met Nervi in the early 1930s. The result of this meeting was the first model (made of celluloid) for the Italian Air Force hangars in Orvieto.

In those same years Nervi, with his own building firm, took over a parallel testing to offer a new manufacture method to produce reinforced concrete structures. The “Sistema Nervi” (Nervi System) resulted from the double need to eliminate costly formworks and comply with the very nature of the material and it was based on two brilliant expedients: structural prefabrication and *ferrocemento*.

The system, refined throughout multiple minor experiences, was perfect for large roofs – a slightly corrugated or ribbed surface, an original reinterpretation of the slender vault, then became the typical Nervi’s mark in his late architectural works.

Prestressing would then regenerate reinforced concrete structures in those same years. In this case, stress effects were employed to save iron, on one hand, and to “train” concrete to oppose stress actions, on the other.

It was another scientist who spread this principle, Colonnetti - thanks to his efforts - first in autarchic Italy, then during his exile in Lausanne, and finally as the president of the CNR (National Research Centre) - the first bridges made of prestressed reinforced concrete could be built between 1949 and 1951.

Due to postwar reconstruction and the following boom years, Italian engineering could finally apply the outcomes of processes that had been long tested in the previous years on real buildings.

This was the stage in which the Italian School of Engineering started its on-the-job training, and not just with its most famous protagonists' works, but with the contributions by a whole generation of designers: Nervi, Morandi, Krall, Cestelli Guidi closely followed by younger Zorzi, Musmeci, Carè and Giannelli, Galli and Franciosi.

The Autostrada del Sole, with its high number of bridges and viaducts, gathered the several personalities of the Italian School. Prestressed concrete bridges mainly crossed the widest of rivers - the wide concrete arch played a protagonist role on the Appennini Mountains stretch and its construction, divided into a multitude of small parts that small building firms had to deal with, represented an epic and spectacular version of the Made in Italy.

In the meanwhile, Nervi's architectural concept asserted itself as a leading one with the four masterpieces that he designed for the 1960 Rome Olympics, with his Nervi & Bartoli building firm.

In those same years Morandi, following his own pathway, developed an absolutely unique architectural style. The passionate and skilful way to use prestressing processes resulted into sophisticated and light versions of the basic structural schemes, to finally get to the cable-stayed beam on a balanced support, not made of concrete but steel. After the bridge over the Maracaibo's lagoon in Venezuela, the same element was then used in Italy in the Polcevera bridge in Genoa, the Magliana viaducts and the Fiumicino airport hangars in Rome.

In the 1960s the international fame of Italian engineering spread worldwide.

But right when it peaked, the golden age of Italian engineering came to an abrupt end. This was due to the sudden change of Italian production industry but it was also the effect of the more generalized and far deeper transformation of the structural engineering field.

Italian engineer could not find its own way in the new international framework. The generation of Nervi, Morandi, Musmeci, Zorzi, left a legacy of high-quality works but no heirs could go ahead with what had been done till then.

© 2013 UMBERTO ALLEMANDI & C. SPA, TORINO
FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI GIUGNO 2013
PER I TIPI DELLA SOCIETÀ EDITRICE UMBERTO ALLEMANDI & C.

L'intreccio quasi virtuoso di architettura e ingegneria illumina di una luce particolare un periodo di per sé unico nella storia italiana: gli anni cinquanta e sessanta del Novecento.

Questo testo lo affronta attraverso lo sguardo di studiosi affermati e di giovani ricercatori dei Politecnici di Torino e Milano, dell'Università di Udine, di Roma³ e dello IUAV di Venezia, che lavorano su documenti e disegni inediti.

Quello degli anni cinquanta e sessanta fu anche un *boom* di tecniche costruttive e figure strutturali ma soprattutto di progettisti (come Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci, Carlo Mollino, Angelo Mangiarotti, Bruno Morassutti, Aldo Favini, Luigi Moretti, Antonio Migliasso, Roberto Guiducci, Giulio Pizzetti, Gustavo Colonnetti, Mario Salvadori, Silvano Zorzi, Giorgio Dardanelli, Franco Levi, Fabrizio de Miranda). Professionisti e intellettuali che tra umanesimo liberale ed economia sociale d'impresa, negli anni dell'ENI di Mattei, della Olivetti, della Fiat, della Pirelli di Castellani, della Alfa Romeo di Luraghi, tra Torino, Ivrea, Milano, Roma, New York, Montreal, San Paolo e Buenos Aires, contribuirono a ricostruire con il paese anche la sua immagine nel mondo.

ISBN 978-88-422-2240-8



9 788842 222408

€ 25,00