

Tra la fine del secolo scorso e i primi decenni del presente, due notevoli personalità di livello internazionale si avvicendarono a Napoli, Ernesto Cesàro e Roberto Marcolongo, entrambi autori di eccellenti trattati di teoria matematica dell'elasticità, ed entrambi dediti alla speculazione geometrica più elevata e innovativa: basti ricordare del primo le *Lezioni di Geometria Intrinseca*, pubblicate a Napoli nel 1896, i cui ultimi capitoli, riguardanti le applicazioni meccaniche agli spazi curvi, anticipano concetti che la teoria generale della relatività e la ricerca geometrica di E. Cartan metteranno in luce; e del secondo la teoria delle *omografie vettoriali*, da lui a lungo coltivata insieme a C. Burali - Forti, al fine di pervenire (come si legge nella prefazione al testo pubblicato dai due scienziati nel 1909) “*alla trattazione assoluta di note questioni di Meccanica e di Fisica - matematica, risolute, finora, individuando punti e vettori... mediante coordinate cartesiane del tutto estranee alle questioni stesse*”¹⁷.

Un altro tratto, forse ancor più specifico, caratterizza la cultura meccanica napoletana del tardo ottocento, lasciando tracce persistenti: e cioè, un orientamento di pensiero tendente a collocare la *statica* in posizione autonoma rispetto alla *meccanica sive motus scientia*, quale disciplina rigorosamente deduttiva, al modo della geometria, fondata sul concetto primitivo di forza.

Sotto questo profilo, la nota tesi di Truesdell, secondo la quale “*forces and torques, like bodies, motions, and masses, are primitive elements of mechanics*”, trova strenui difensori e talvolta lucidi precursori nei meccanici partenopei, il cui comune bersaglio critico era il programma riduzionistico di Carnot per l'interpretazione della *forza* come concetto derivato da “*principes de mécanique fondés sur la cinématique*” (de Saint-Venant). Valgano gli esempi di G.B. de Sinno, gesuita e professore al Collegio di S. Sebastiano, nonché al Regio Collegio Militare, che nel suo considerevole testo di *Meccanica Generale* (Napoli, 1853) dette sostanziali contributi alla “dimostrazione” delle leggi della statica, con ampio uso della recente teoria delle equazioni funzionali; o di Michele Zannotti, professore di Meccanica Razionale all'Università, ma già docente di Architettura Statica e Idraulica alla Scuola di Ponti e Strade, che nel suo esemplare trattato di *Meccanica Razionale* (Napoli, 1857) si oppose enfaticamente al riduzionismo di Carnot e dei suoi seguaci, affermando che, senza il fondamento di una “*scienza delle forze perfettamente razionale*”, l'intera Meccanica “*dovrebbe averi in conto di romanzo matematico*”; o di F. Siacci, successore dello Zannotti, che non solo dedicò alla composizione delle forze tre importanti memorie ormai ascrivibili al coevo movimento assiomatico¹⁸, ma anche tentò di argomentare filosoficamente, nel testo delle sue *Lezioni di Meccanica Razionale* (Napoli, 1898), sull'inseparabilità del concetto di forza da

¹⁷ C. BURALI-FORTI e R. MARCOLONGO, *Omografie vettoriali con applicazioni alle derivate rispetto ad un punto e alla fisica-matematica*, Torino 1909, pp. VII-VIII.

¹⁸ F. SIACCI, “Sulla composizione delle forze nella statica”, Note 1, 2, 3, *Rendiconti della regia Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli* (1899).

quello di materia, e quindi su una sorta di primato “epistemologico” della statica, scienza delle forze, nei confronti della dinamica, scienza del moto.

2.5. I Maestri: Carlo Luigi Ricci, Giulio Krall e Adriano Galli

In questo ricco ambiente si iscrivono la formazione e l'attività di colui che, a parer mio, seppe imprimere un carattere inconfondibile alla scuola napoletana di meccanica strutturale: Carlo Luigi Ricci. Di lui desidero ricordare qui il testo delle sue *Lezioni di meccanica applicata alle costruzioni*, raccolto, nella sua prima stesura del 1925, dall'assistente Adriano Galli, ma in seguito riveduto ed ampliato in un cospicuo ed organico trattato fondativo della disciplina italiana di *Scienza delle Costruzioni*, nell'edizione del 1942 che pur conserva il vecchio titolo. Nella storia di Giuseppe Russo già menzionata si legge che questo testo “*rimane il primo libro italiano che svolge la Scienza delle Costruzioni prendendo le mosse della meccanica del continuo elastico e affrontando lo studio delle strutture con rigore matematico*”¹⁹. Forse l'attribuzione di un tale primato temporale è eccessiva: già sullo scorcio del secolo scorso autori come Francesco Crotti e Silvio Canevazzi avevano operato nella medesima direzione, facendo peraltro tesoro della grande lezione di de Saint-Venant nel suo commento al “Navier” del 1864; ed anche negli anni di Ricci l'esuberante personalità di Gustavo Colonnetti animava un'interpretazione fisico-matematica della Scienza delle Costruzioni che nettamente la distinguesse dalla preta tradizione della “resistenza dei materiali” dominante l'insegnamento tecnico presso le scuole di Ingegneria. Ciò non toglie, tuttavia, alcun merito di originalità al notevole trattato di Ricci che si distingue non soltanto per il suo impianto generale, ma anche per i contributi innovativi in esso accolti su temi e problemi destinati ad orientare la ricerca degli allievi.

Fu lo stesso autore a segnalare con cura, in elenco, tali contributi meritevoli di ulteriore approfondimento: lo fece nella Prefazione al volume edito nel 1942, ad un anno dalla sua consegna all'allievo Galli della direzione dell'Istituto. Ciò conferisce all'elenco la tonalità duplice di un rendiconto e di un affidamento della ricerca alle nuove generazioni in spirito di continuità. Eccone alcune voci che, in realtà, delineano un “programma”, consono al clima culturale del tempo, per un rinnovamento della Scienza delle Costruzioni in tangenza alla meccanica razionale dei continui elastici ed anelastici: *estensione delle equazioni dell'equilibrio elastico allo studio dell'equilibrio e del moto dei fluidi viscosi; estensione del secondo principio di reciprocità a distorsioni generiche (anche non rigide); osservazioni e precisazioni sullo studio delle distorsioni e delle coazioni elastiche; generalizzazione del secondo teorema di Castigliano e conseguente espressione “diretta” e “separata” delle incognite iperstatiche in base ai coefficienti di influenza; introduzione di*

¹⁹ G. Russo, *op. cit.*, p. 354.

un'“ellisse delle curvature “nello studio della flessione e di un'analogia “ellisse degli spostamenti medi” nello studio del taglio; uso di una particolare curva di errore per la determinazione dell'asse neutro nella pressione eccentrica, per il caso di materiale non reagente a trazione; trattazione rigorosa del problema di de Saint-Venant nel caso di flessione e taglio, mediante l'uso di funzioni di variabile complessa e con riferimento alle analogie di Prandtl, Griffith e Taylor; analisi generale delle sezioni a connessione multipla, mediante l'introduzione di funzioni polidrome e l'adozione di analogie con vari problemi di fluidodinamica piana.

Credo che non si possa comprendere appieno l'evoluzione scientifica di Franciosi senza tener presente la precedente mappa ideale degli ambiti tematici e degli obiettivi di ricerca suggeriti dal vecchio Maestro. Né penso soltanto ai primi lavori franciosiani riguardanti lo studio della coazione elastica e l'analisi delle strutture in regime viscoso, ma anche a contributi successivi che, nonostante la loro intrinseca genialità, apparvero a taluni (ed anche al sottoscritto) alquanto curiosi se non inattuali: si veda, ad es., il bel saggio, pubblicato su *Meccanica* nel 1969 su “The ellipse of torsional elasticity” che sembrerebbe riesumare spenti prestigiosi geometrico-proiettivi, se non si richiamasse invece ad una nobile tradizione di Scuola; si veda, ancora, l'accuratissima e completa trattazione del problema di de Saint-Venant per la sollecitazione composta di flessione e taglio, nel secondo volume del trattato *Fondamenti di Scienza delle Costruzioni* (4ª ediz., Napoli 1987).

Va detto, peraltro, che il passaggio da Ricci a Franciosi fu mediato da Galli, interessante e poliedrica personalità di scienziato, ingegnere e docente profondamente impegnato nella scuola (fra l'altro, egli non solo diresse l'Istituto di Scienza delle Costruzioni, a seguito della morte di Ricci, nel difficile momento della guerra e della ricostruzione, ma anche fu preside della Facoltà di Ingegneria, dal 1952 al 1956 - anno della sua morte prematura - e lasciò vivo ricordo della sua efficace attività a favore della nuova sistemazione edilizia della Facoltà). “*Novatore d'eccezione*”²⁰, come scrisse di lui Franciosi, Galli possedeva una solida preparazione matematica e meccanica, essendosi formato, oltre che con Ricci, anche con Signorini e con Krall. Ciò è testimoniato dalle magistrali sue *Lezioni di Scienza delle Costruzioni*, in tre volumi, che, pur manifestando stretta fedeltà alla lezione del suo predecessore, e pur conservando la tonalità umile ed agile del testo universitario, sono ricche di annotazioni e di cospicue aperture sui temi più avanzati. In particolare, mi sembra importante e, tutto sommato, attuale, il terzo volume (Capitoli XXIV e XXV), dedicato alla stabilità elastica e alla teoria delle distorsioni. Già vi accennai con riguardo al primo problema. Nel momento della sua stesura, era ormai viva la collaborazione scientifica fra Galli e Franciosi (“*l'allievo da lui forse più amato*”²¹), nonché col giovanissimo Tullio Renzulli: ed infatti, con esplicito compiacimento per la Scuola napoletana, il Maestro riconosce a loro il merito di aver chiarito e generalizzato l'intuizione di Shanley sull'instabilità della trave in fase

²⁰ Cfr. la Nota editoriale a : A. GALLI, *Lezioni di scienza delle costruzioni*, vol. 3, Napoli 1957.

²¹ *Ibid.*

elasto-plastica. Stupisce invece che, per quanto attiene alle distorsioni e agli stati di coazione, la limpida e matura trattazione esposta dall'Autore ometta qualsiasi richiamo ai decisivi lavori svolti in tema da Franciosi qualche anno addietro, benché essi siano ripresi alla lettera, quasi formola per formola. Non so spiegarmi questa mancata citazione: si potrebbe supporre che le prime memorie del venticinquenne discepolo fossero giudicate da Galli come frutto di Scuola più che contributo personale; o forse anche si potrebbe immaginare che su tali argomenti più specialistici egli avesse delegato la scrittura dei paragrafi relativi al suo brillante allievo, il quale poi si astenne dal segnalare i propri meriti.

Questa lunga rassegna di scienziati ed ingegneri, dai quali Franciosi attinse, direttamente o meno, la propria formazione, non sarebbe completa se non includesse l'emergente figura di colui che, più di ogni altro in Italia, tra gli anni '20 e gli anni '50, seppe congiungere in sé le doti del matematico rigoroso e del tecnico geniale, del meccanico razionale partecipe della grande scuola di T.Levi-Civita e dell'ardito progettista di grandi strutture: mi riferisco, naturalmente, a Giulio Krall. Nel passo del 1988 da cui siamo partiti, Franciosi lo annovera tra i fondatori della Scuola napoletana, anteponendolo addirittura al proprio maestro Galli. Non saprei però render conto di questo riconoscimento, se non prospettando ipotesi che non sono riuscito a verificare. In realtà, Krall fu docente a Napoli, fra il 1931 e il 1939, presso la Facoltà di Architettura, quando Franciosi era ancora ragazzo; non v'è dubbio che in quegli anni fu Galli ad avvalersi del suo insegnamento, allacciando rapporti che, probabilmente, continuarono nel periodo post-bellico, orientando la ricerca degli allievi: per l'impiego di nuovi metodi di analisi funzionale nella risoluzione di problemi elasto-statici ed elasto-dinamici, per un insistente ricorso alle tecniche connesse alle linee di influenza riguardate in termini di funzione di Green, per un crescente interessamento sui temi della visco-elasticità studiati alla luce delle feconde indicazioni di V.Volterra, per un elevato approccio ai problemi più tecnici afferenti alla costruzione dei ponti, ecc. Due splendide memorie di Krall, pubblicate presso i *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei* (serie VIII, vol.II, fasc.3 e 4) ed ivi presentate l'8 febbraio 1947, diventeranno il riferimento essenziale delle prime importanti ricerche di Franciosi, come vedremo: riguardano la "Statica dei mezzi cosiddetti 'viscosi'" (Nota I) e le "... sue applicazioni" (Nota II). Vero è che lo stile dell'anziano professore è tutt'affatto diverso da quello del promettente ricercatore: succinto, spesso ellittico nei passaggi formali, attento all'espressione generale più che al dettaglio delle sue possibili esplicitazioni, ricco di spunti seducenti, ma lasciati all'esercizio del lettore, capace di suggerire risultati tecnici sorprendenti per semplice ispezione di una formola, tramite il richiamo ad un teorema astratto di pretta analisi.

Eppure, proprio qui risiede la ricchezza di quella continuità a cui Franciosi intendeva allacciarsi e che egli auspicava perdurante nell'opera dei successori: i paragrafi delle due memorie di Krall son quasi l'indice tematico delle domande che animeranno la straordinaria primavera delle ricerche franciosane. In poche righe, meno di una paginetta, essi configurano un programma maestoso che va dalle esperienze di C.S.Withney sul comportamento del calcestruzzo, alla definizione di

un conforme nucleo ereditario e delle corrispondenti equazioni integrali dell'elastostatica per materiali viscosi; dalla nozione di moltiplicatore critico per un'assegnata distribuzione di carico assiale, all'integrazione generale delle equazioni relative al caso di presso-flessione; dall'analisi del cedimento non elastico dei vincoli in regime viscoso, a quella della dispersione viscosa di una distorsione di Volterra nelle strutture ad arco e specialmente nei ponti. Ma il tutto è lasciato ancora implicito, per gran parte; la via è segnata, per dir così, sulla mappa, ma ancora attende chi la sappia tracciare sul terreno passo passo, senza lasciar nulla a mezzo. Qui, appunto, l'intervento di Franciosi si è dimostrato decisivo, non soltanto per la cura e lo zelo nel condurre sino in fondo il "programma" di Krall, ma anche per la creatività dell'apporto applicativo riferito sempre a strutture o a situazioni reali di notevole rilievo per l'ingegneria delle costruzioni.

3. "... In tal senso credo di aver fatto ... il mio dovere per il percorso che mi riguarda": breve biografia scientifica di Vincenzo Franciosi.

3.1. Il grande esordio

È venuto il momento di seguire più da vicino il percorso scientifico dell'Autore al quale è dedicata la presente relazione e del quale sinora ho parlato in modo indiretto, attraverso le precedenti note storiche sulla Scuola di meccanica e di ingegneria strutturale napoletana che egli illustrò, forse più di ogni altro, nel nostro secolo. Ben inteso: non intendo, né è mio compito, tracciare un profilo biografico che mi troverebbe del tutto impreparato; mi limiterò invece a considerare brevemente alcuni dei suoi quasi 150 lavori scientifici, pubblicati spesso presso riviste minori o d'interesse locale, e quindi scarsamente accessibili, nonostante il loro intrinseco valore e la loro intatta attualità. Tralascierò peraltro i numerosi e sempre pregevoli testi didattici, ben noti agli studiosi italiani; fra essi emerge il trattato di *Scienza delle Costruzioni*, più volte edito con miglioramenti e aggiunte, che, come giustamente scrisse Giuliano Augusti su *Meccanica* nel 1989, annunciando la morte del suo Maestro, "*remains a monumental reference work*". Ma degni di particolare attenzione sono anche i primi testi che riflettono l'attività di Franciosi quale docente, ricercatore e progettista in costruzione di ponti (*Lezioni di ponti*, Napoli 1956; *Ponti ad arco con impalcato sospeso*, Milano 1958, nonché l'ultimo volume da lui pubblicato, *Le situazioni semilineari in scienza delle costruzioni* (Napoli 1987), riguardante temi di instabilità, di dinamica, di viscosità, che testimonia, come osservò Giulio Maier nella sua recensione (*Meccanica* (1988), n.1), "*the extensive, widely acknowledged experience of Professor Franciosi as scholar, researcher, teacher and designer of structures*".

Laureatosi giovanissimo in Ingegneria elettrotecnica, Franciosi iniziò subito e di gran lena la sua attività di ricerca, diventando ben presto Assistente presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli. Appena ventitreenne pubblicò il

suo primo lavoro, ancora d'argomento elettrotecnico, che suppongo riprendesse il tema della tesi di laurea, ma già nell'anno successivo, 1949, il suo nuovo interesse per la meccanica strutturale era documentato da un'onesta notarella di primo avvio, pubblicata su *L'industria italiana del cemento*, per un'estensione del metodo di Cross al calcolo di telai a nodi spostabili, nello spirito di una precedente proposta di P.Pozzati. Tuttavia, nulla ancora avrebbe indotto a prevedere da questi primi assaggi il sorprendente balzo innanzi che il giovane Vincenzo avrebbe compiuto nel 1950, all'età di venticinque anni, con la pubblicazione di ben sette memorie scientifiche di alta qualità, ormai perfettamente mature e caratterizzate da quel composito stile di scrittura, da quella passione per la completezza chiarificatrice di ogni dettaglio, da quella infaticabile cura per la verifica numerica su esempi concreti e significativi di ingegneria strutturale, che segneranno sempre l'attività di ricerca e l'opera didattica del nostro Autore.

Riprendendo l'espressione usata da E. Severino a proposito del pensiero filosofico, che alla sua alba in Grecia pervenne al vertice dell'*epistémè*, e concedendo al genere letterario della commemorazione quel po' d'enfasi che gli spetta, si può dire dunque che nel 1950 Franciosi "*nasce grande*": al suo primo debutto perviene al livello più alto e delinea i tratti fondamentali della propria vocazione scientifica e tecnica, vocazione giammai tradita nel prosieguo del tempo, o inscalfita dalla consuetudine. Dei sette lavori mi limiterò a ricordare i tre forse più importanti. Il primo, "Sulle linee d'influenza delle coazioni", fu consegnato nel novembre 1949 alla rivista *L'industria italiana del cemento*, dove uscì nel marzo successivo. L'idea di fondo ha l'invidiabile pregio dell'assoluta semplicità, tant'è che il risultato principale è ottenuto in un sol passaggio. Utilizzando il concetto di *coazione distribuita* introdotto da Colonnetti per la trave ad asse piano, Franciosi adotta la consueta dimostrazione del teorema di Betti (o meglio, nel caso particolare, di Maxwell) per giungere alla tesi che "*i lavori mutui di due sistemi misti di forze e di coazioni, somma del lavoro fatto dalle forze e di quello compiuto dalle caratteristiche interne dalla sollecitazione per le componenti della coazione, sono uguali*". L'interesse sta nelle immediate conseguenze e nelle applicazioni: vengono subito ritrovati il teorema di Volterra (1905) sull'uguaglianza dei lavori mutui di due sistemi di coazione, il teorema di Castigliano "generalizzato" (ma in realtà già presente nella *Théorie* del 1879, p.39), e il teorema di Colonnetti per le linee di influenza della freccia dovuta a coazioni (cfr. il trattato di *Scienza delle Costruzioni* del 1941, p.458); né manca un pur succinto sviluppo applicativo sugli stati di coazione determinati dalla presenza di un concio espansivo, tema questo già affrontato da F.Levi nel 1947. Come si vede, si tratta di un contributo davvero notevole: nel citato necrologio su *Meccanica*, Augusti giunge ad affermare che, grazie ad esso, il teorema di Betti ricevette tale estensione da dover essere ridenominato "*teorema di Betti - Franciosi*". Per quanto può contare, condivido la proposta.

Gli altri due lavori si iscrivono sulla linea del "programma" prospettato da Krall nelle memorie del 1947 che ho sopra richiamate. L'uno si addentra nello studio delle strutture iperstatiche in regime viscoso per il caso in cui il nucleo ereditario sia variabile da punto a punto o debba tener conto dei diversi periodi di matu-

razione delle parti di una medesima struttura costruita in tempi differiti (l'ovvio riferimento va alle costruzioni in cemento armato); l'altro intraprende una ricerca destinata ad ulteriori sviluppi nel corso degli anni, sulla caduta di spinta per sforzo normale negli archi sottili ribassati (in questo caso, da Krall sono tratte le indicazioni circa l'impiego della funzione di Green, ma l'analisi è ancora limitata al regime elastico; sono tuttavia poste le premesse per l'estensione al regime viscoso che sarà svolta in una bella memoria del 1954, scritta in collaborazione con A. Galli, e successivamente presentata al 5° Congresso della *Association Internationale des Ponts et Charpentes* tenutosi in Portogallo nel 1956²²). Ciò che rende considerevoli questi contributi non è tanto l'elaborazione teorica che, anzi, non pretende di essere particolarmente innovativa, ma solo ben aggiornata, quanto invece la perfezione dello sviluppo applicativo per la risoluzione rigorosa, o più spesso approssimata entro sicuri margini, di problemi reali e attuali dell'ingegneria delle strutture. L'applicazione è il vero cuore della ricerca: giammai presa a prestito per giustificare l'impiego di un nuovo strumento matematico, né aggiunta alla fine in sovrappiù. La piena padronanza della questione tecnica sottesa e delle esigenze pratiche del progettista, la rende cospicua, assorbente, smagliante, in ogni suo dettaglio: e se per venire a capo si rende utile o necessario ricorrere a metodi analitici ancor inusuali per gli ingegneri (come erano a quel tempo le equazioni integrali di Volterra o di Fredholm) la loro evocazione non ha mai l'aspetto della vanteria, perché quei metodi si traducono in passaggi e formole e calcoli che il lettore può seguire e accertare ad uno ad uno, sino a comprendere l'efficacia e l'affidabilità dei risultati raggiunti.

Insomma, già dai suoi primi passi, Franciosi testimonia di aver ben chiara dinanzi a sé la via di ricerca alla quale egli si sente chiamato, la stessa che, al Convegno UMI del 1984 ricordato nelle pagine precedenti, egli auspicherà per “una futura, ma non molto lontana categoria di ingegneri ... e di matematici”: è dunque la vecchia storia di Talete e dei suoi frantoi che indica la necessità per l'ingegnere di far tesoro dell'insegnamento matematico più avanzato, ma non per un mero interesse speculativo, bensì per la “costruzione (di) risultati” che gli consentano infine di “fare i conti con la realtà” escludendo “qualsiasi possibilità di bluff.”

3.2. Il ponte “Maillart”

In questa prospettiva epistemologica ed “etica” debbono essere riguardati i numerosi lavori pubblicati tra il 1950 e il 1960 che si correlano, fra l'altro, all'iniziale attività didattica di Franciosi quale professore incaricato, e poi ordinario, di

²² A. GALLI, V. FRANCIOSI, “I ponti a volta sottile ed impalcato irrigidente in regime viscoso”, *L'Ingegnere* (1954), n. 8; A. GALLI, V. FRANCIOSI, “Effet des déformations dues au fluage dans les ponts à voûte préfabriquée”, *V Congresso Associação Internacional de Pontes e Estruturas*, Portugal 1956.

Costruzione di Ponti presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli, nonché al coinvolgimento del giovane studioso nella progettazione di alcuni notevoli ponti realizzati in quegli anni nell'Italia meridionale, insieme al Maestro Galli e ad altri esponenti della Scuola napoletana.

A chi legga tali lavori, dopo averli raccolti e ordinati cronologicamente o per temi, tenendo presente anche la successiva produzione scientifica dell'Autore e dei suoi allievi, balza subito all'occhio la dominante presenza di un *oggetto* particolare, ad un tempo concreto quant'è un'opera di ingegneria, ed astratto quant'è un modello ideale, che su di sé convoglia e aduna le analisi teoriche, le argomentazioni tecniche e l'impegno progettuale. La storia della meccanica strutturale è popolata di simili *oggetti* che determinarono talvolta capitoli fondamentali del suo sviluppo: dalla trave a mensola galileiana che per quasi un secolo accolse e dispiegò i problemi *de resistentia solidorum*, ai sistemi funicolari che dettero l'evidenza della rappresentazione ai concetti della *nouvelle mécanique*; dalla trave continua su più appoggi che animò, dai tempi di Eulero e di d'Alembert a quelli di Clapeyron e di Clebsch, la ricerca di una via d'uscita dall'enigma delle strutture iperstatiche, alla travatura reticolare che dischiuse i principi della statica grafica e fu il principale riferimento per le nuove teorie sui sistemi elastici; ecc. Ebbene, anche la ricerca strutturale della Scuola napoletana, animata e promossa da Franciosi, ebbe un suo peculiare *oggetto*, compagno fedele di ogni escursione speculativa, banco di prova per i nuovi metodi di calcolo, occasione seria e realistica per introdurre e valutare varianti, alternative e innovazioni, senza cedere a vano estetismo, ma anzi per rispondere ad esigenze accertate, caso domestico e perfettamente posseduto dal quale sgomitolare proposizioni di più ampia generalità. Si trattava del ponte a volta sottile ed impalcato irrigidente, legato al nome di Robert Maillart.

L'intelligenza dello schema statico di quei ponti che consentono di realizzare una collaborazione fra la struttura ad arco e l'impalcato aveva davvero affascinato Franciosi: non soltanto al ponte *Maillart*, ma anche alla trave *Nielsen* egli dedicò cospicua attenzione, come è testimoniato dal saggio edito da Hoepli a Milano nel 1958. Non v'è dubbio però che al tipo *Maillart* andassero le sue preferenze, per la razionalità della *“ripartizione degli sforzi tra volta e trave, generando la prima (attraverso un aumento della spinta) momenti di sostentamento sull'impalcato ed accollandosi quest'ultimo l'onere della differenza tra i momenti di sostentamento e quelli della trave appoggiata”*.

Questa gustosa ed efficace descrizione del comportamento statico si trova nella relativa nota del 1954, scritta insieme a Galli²³. L'elogio della struttura proseguisce osservando che, nel *Maillart*, *“ogni tipo di sollecitazione si affronta infatti nelle condizioni migliori: il peso proprio, il ritiro, l'accorciamento assiale, i cedimenti vincolari iniziali agiscono su di una volta o sopra due archi di grande flessibilità, che lavorano quasi esclusivamente a sforzo normale; i carichi accidentali veloci, transitano invece su di una struttura di elevata rigidità e a vincoli perfetti,*

²³ A. GALLI, V. FRANCIOSI, “I ponti a volta sottile ...”, cit.

mentre questi ultimi possono riguardarsi cedevoli proprio quando la cedevolezza è desiderata e cioè in presenza di variazioni termiche, lente”.

Quattro anni più tardi, Franciosi tornerà sull'argomento in un breve scritto di carattere divulgativo per la rivista *Le strade* del Touring Club Italiano²⁴. Mi piace riportarne la premessa che mi sembra getti luce sulla sensibilità progettuale del nostro Autore: “...come la natura rifugge dall'irrazionale, e raggiunge i suoi scopi con la più rigorosa economia di mezzi, così una felice risoluzione del problema statico, in relazione soprattutto all'ambiente, è condizione necessaria, e il più delle volte sufficiente, per l'affermazione dell'opera sul piano estetico. Un ponte a travata gettato a superare una gola induce anche nel profano un senso di disagio, svelandosi artificioso e in contrasto con l'ambiente, mentre nello stesso posto un ponte ad arco appare naturale, ed ovvio, e quasi spontaneamente generato: tutto ciò in termini di statica è conseguenza dell'irrazionalità di una struttura appoggiata laddove il terreno offre la possibilità di impostare una struttura spingente.”

Come si vede, riecheggiano qui pensieri ed espressioni della più nobile tradizione illuministica e della grande ingegneria costruttiva ancor partecipe della rivoluzione industriale ottocentesca. Così infatti scriveva Pierre Simon Girard nell'Introduzione al suo famoso *Traité* del 1798: “*la perfection réside en un seul point où la nature arrive sans effort pendant que nous parcourons en tâtonnant, l'espace immense dont ce point est environné*”²⁵.

L'ingresso dei nuovi materiali e delle nuove tecnologie, l'invenzione di inedite e razionali tipologie costruttive e la predisposizione di strumenti analitici potenti, sembrarono confermare splendidamente, nel corso dell'ottocento e nella prima metà del nostro secolo, questo obiettivo ideale che il “*movimento moderno*” in architettura fece proprio.

Purtroppo, in seguito le cose si ingarbugliarono: fattori estrinseci, come l'organizzazione d'impresa, il costo della manodopera, il ricorrente stato di emergenza bisognoso di tecniche rapide e ripetitive, la progressiva caduta dei vecchi magisteri in edilizia, ecc., crearono insanabili fratture, separando spesso “la più rigorosa economia dei mezzi” dalla più “felice risoluzione del problema statico”; né ormai si prova disagio nello scorgere gole montane attraversate da uniformi viadotti a travata. Ma negli anni in cui Franciosi operava da ingegnere e scienziato, quel confortante teorema sull'unità di economia, statica ed estetica, conservava tutta la sua validità. Anni felici, ai quali guardo talvolta con invidia, o meglio, con rimpianto, pensando alla chiara ed onesta identità che ancora caratterizzava le discipline strutturali, ognuna distinta da un proprio contenuto (e non appiattita a voce di un ete-roclito “raggruppamento”), e tutte collegate dalla comune appartenenza ad una medesima area scientifico-tecnica. In quegli anni sarebbe apparso insensato separare la *Scienza delle Costruzioni* dal suo alveo naturale (e storico) costituito,

²⁴ V. FRANCIOSI, “I ponti a volta sottile irrigidita nell'Italia meridionale”, *Le strade* (1958), n. 3.

²⁵ P.S. GIRARD, *Traité analytique de la résistance des solides et des solides d'égale résistance*, Paris 1798, p. XIV.

appunto, dalle costruzioni dell'ingegneria civile e dell'architettura; e sarebbe apparso intollerabile disgiungere la *Tecnica delle Costruzioni* dalla sua ovvia radice culturale in meccanica delle strutture.

A quel tempo, *Scienza e Tecnica* non designavano ancora due comunità accademiche vogliose di spartirsi risorse e contendersi competenze, ma erano momenti di uno stesso, inconsueto processo, come *forma e materia* di una stessa *sostanza* disciplinare: per questo, l'innovazione tecnica era sorgente di domande scientifiche pertinenti, e la ricerca scientifica non vagava alla questua di temi estranei o fittizi, presi in prestito da altri settori dell'ingegneria o della fisica matematica, ma si faceva carico di offrire risposte efficaci e rigorose ai problemi reali delle tecniche costruttive.

Non voglio dire che questa illustre tradizione sia oggi venuta meno; ma non v'è dubbio che ragioni fors'anche profonde ne hanno resa problematica la sopravvivenza nell'ora attuale, in cui la ricerca da noi più accreditata si viene organizzando su apolidi centri di interesse o progetti "trasversali", non più determinati dall'oggetto preso in cura dalle tecniche (ad es., la costruzione civile e architettonica), ma da una *procedura metodologica*, se non da un *algoritmo* di calcolo in quanto tale; e il nostro obiettivo sta soprattutto nel saper mostrare che anche la *Scienza delle Costruzioni* può essere ascritta all'eletta cerchia degli utenti di tali algoritmi o procedure, poiché esiste almeno un problema o un tema ricollegabile alla disciplina e capace di offrire materia alla loro applicazione.

Ma non è certo questa la sede per discutere con sereno senso critico e con doverosa preveggenza su simile tendenza in atto che vede la nostra comunità scientifica (e/o accademica) sparsa sui più disparati territori della meccanica teorica e applicata, coltivati altrove da discipline distinte.

Torniamo invece al fecondo decennio tra il 1950 ed il 1960, durante il quale Franciosi si interessò con tanto acume e dedizione al tema del ponte, e in particolare del ponte *Maillart*.

3.3. *Ricerca e professione*

Un primo argomento di riflessione su questo ponte riguardò la valutazione della spinta supplementare alle imposte, dovuta al carico accidentale²⁶: si deve al nostro giovane studioso l'introduzione di un metodo che migliora quelli già indicati nei testi di Albenga (1930) e di Krall (1947), tenendo conto (seppur sotto certe ipotesi semplificative) dell'effetto indotto dalla deformazione sullo stato di sollecitazione²⁷.

²⁶ V. FRANCIOSI, "Sulla spinta addizionale nei ponti ad arco sottile con trave irrigidente", *La Ricerca* (1950), n. 2.

²⁷ V. FRANCIOSI, "Il metodo della «linea d'influenza del secondo ordine» per la ricerca della spinta addizionale nei ponti a travata irrigidente", *La Ricerca* (1951), n. 1

Tale metodo, che Franciosi denominò “*metodo della linea di influenza del second'ordine*”, sarà poi oggetto di ulteriori sviluppi e adattamenti, intrecciandosi ad altri studi germinati in tangenza alle analisi sul ponte *Maillart*²⁸.

Ben presto, infatti, l'interesse dell'Autore e del suo Maestro si incentrò su due grandi questioni teoriche e pratiche che trovavano in tale schema un'occasione concreta e rilevante per essere dibattute col massimo rigore: da un lato si trattava di esaminare gli effetti della viscosità del calcestruzzo, sia nel caso in cui la volta sottile e la trave irrigidente fossero realizzate contemporaneamente, sia nel caso di una realizzazione differita nel tempo, per determinare la corrispondente “caduta di spinta”.

Dall'altro lato, si trattava di saggiare su una struttura importante e complessa la potenza (e l'immediatezza concettuale) del calcolo a rottura: metodo che pur vantava origini antiche, sin dall'esordio galileiano della meccanica strutturale e dagli studi settecenteschi sulla statica degli archi e delle volte, ma era ormai coperto da una coltre d'oblio così fitta e impenetrabile, da apparire nel segno dell'assoluta novità rispetto all'analisi elastica dominante la cultura degli ingegneri. Su entrambe le questioni, Franciosi e Galli dettero contributi rilevanti, dapprima pubblicati su riviste tecniche italiane, e in seguito presentati a Congressi internazionali.

È interessante osservare che sia per il problema della viscosità, sia per il calcolo a rottura, protagonista dell'applicazione e dell'accurata discussione dei risultati ottenuti fu un'opera progettata e realizzata dagli Autori fra il 1954 e il 1955: il ponte sul torrente Corace, a servizio della strada Gimigliano-Tiriolo, in provincia di Catanzaro.

Quell'opera, infatti, fu ben altro che un'occasione di lavoro professionale: fu piuttosto l'occasione per dare vita ad un esperimento grandioso, eccezionalmente propizio alla ricerca condotta a Scuola, capace di dare evidenza fattuale alle previsioni teoriche, e di mettere alla prova i procedimenti di calcolo elaborati in astratto, e di provocare nuove domande da offrire allo studio dei giovani collaboratori.

Come spiegherà lo stesso Franciosi in una sua conferenza del 1959 al Corso di Perfezionamento per le Costruzioni in Cemento Armato che si teneva annualmente al Politecnico di Milano e che sin da allora era prestigiosa palestra dell'ingegneria strutturale italiana²⁹, il progetto di quel ponte *Maillart* gli dette modo di applicare tutti i suoi precedenti contributi in tema, a partire dal metodo della linea d'influenza del II ordine, ma fu anche oggetto di analisi sperimentale su modello a rottura da parte di V. Sorgente, e spunto per quattro interessanti memorie di T.Renzulli, e argomento di ulteriori riflessioni sugli effetti del vento in simili struttu-

²⁸ V. FRANCIOSI, “Sulla correzione della caduta di spinta per sforzo normale mediante l'interposizione di conci espansivi”, *Atti Istituto di Scienza delle Costruzioni - Facoltà di Ingegneria - Napoli* (1951) n. 10; “Sollecitazioni indotte in un arco da piccoli spostamenti dell'asse normalmente al proprio piano”, *Atti Istituto di Scienza delle Costruzioni - Facoltà di Ingegneria - Napoli* (1952), n. 26.

²⁹ V. FRANCIOSI, “Recenti realizzazioni di strutture da ponte nel Mezzogiorno d'Italia”, *Rendiconti e pubblicazioni del Corso di Perfezionamento per le Costruzioni in Cemento Armato. Fondazione Pesenti* (1960), vol. 11, pp. 25-39.

re da parte di C. Berardi³⁰. Nella medesima conferenza milanese, il nostro Autore illustra, seppur in termini assai più succinti, anche altre “recenti realizzazioni di strutture da ponte nel Mezzogiorno d’Italia”, soffermandosi sui “manufatti in un modo o in un altro collegati alla Scuola Napoletana, nel cui grembo - egli aggiunge - mi sono formato, e della cui gloriosa tradizione ho la non lieve responsabilità di consegnatario”. La rassegna comprende: il ponte di Seiano, costruito nei tempi “desolati” dell’immediato dopoguerra sulla linea ferroviaria Napoli - Sorrento, su progetto di Galli, secondo lo schema (non amato da Franciosi) di trave continua solidale con i ritzi; il piccolo ma grazioso ponte Maillart di Lettere sul Vernotico (penisola Sorrentina), realizzato da Galli e dal suo allievo prediletto quasi contemporaneamente a quello sul Corace; alcuni ponti (sempre di tipo Maillart) dell’autostrada Pompei - Salerno, progettati da altri professionisti, ma in evidente sintonia con i principi costruttivi ed estetici franciosiani; i due notevoli ponti a travata continua su pile binate, la cui struttura era concepita in modo da consentire l’eventuale tecnica di realizzazione “*par encorbeillement*” (Lossier): il primo costruito in Sardegna, a valle della diga del Flumendosa, su progetto di Galli e Franciosi (1954), il secondo costruito in Lucania, sul torrente Bradano, ad opera di Franciosi e Bruzzese (1959 - 1960); il ponte - canale sul torrente Vernile, sempre in Lucania, realizzato nel 1955, su progetto di Galli e Franciosi; infine, vien fatto cenno a quattro progetti elaborati da Franciosi e Bruzzese per un appalto concorso, “*pur troppo perduto, anche se con onore*”, relativo alla ricostruzione del ponte Vanvitelli sul Calore, in Benevento (1956).

3.4. La nuova questione “à l’ordre du jour”

Considerando il cospicuo elenco precedente di opere impegnative, vien spontaneo pensare che il giovane studioso già dedito a scrutare sviluppi del teorema di Betti e della meccanica ereditaria di Volterra e di Krall, avesse smarrito il sentiero dei dilettoni studi teorici, per lasciarsi assorbire in una forsennata, per quanto elevata, attività professionale; che, insomma, anche per lui si fosse verificata quella naturale conversione alla prassi che di solito, con l’andar degli anni, segna la parabola evolutiva degli ingegneri più brillanti e ambiziosi: da un inizio stellare, al cospetto dei supremi principi, da un *Prolog im Himmel* ricco di fantasie che promesse, ad una prestigiosa vita attiva, nell’agone della concorrenza, fra l’ufficio di progettazione e il cantiere, fra le imprese e gli assessorati. Ma ormai sappia-

³⁰ V. SORGENTE, “In tema di calcolo a rotture (...)” *Giornale del Genio Civile* (1957); T. RENZULLI, “La compressione nei ponti ad arco sottile e trave irrigidente”, *Giornale del c.a.p.* (1956); “Le sollecitazioni di origine termica nei ponti Maillart”, *Accad. di Scienze Fisiche e Matematiche*, Napoli (1953); “Diagrammi delle massime sollecitazioni nei ponti ad arco sottile e trave irrigidente”, *Accad. di Scienze Fisiche e Matematiche*, Napoli (1955); “Studio teorico sperimentale su di un modello di ponte Maillart in curva”, *L’Ingegnere* (1955); C. BERARDI, “Effetto instabilizzante del vento nei ponti ad arco sottile e trave irrigidente”, *La Ricerca* (1953).