

XIII CONGRESSO INTERNAZIONALE
TICCIH 2006

*Industrial heritage and urban transformation / Productive territories
and industrial landscape*

Terni, 14 -18 settembre 2006

Workshop: Bridges

ROBERTO PARISI

(UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II” –
COORDINATORE AIPAI-MOLISE)

Via S. Giacomo dei Capri, 52 – 80128 Napoli – tel. 081.5608083 –
339.8613086 – e-mail:roparisi@unina.it

Testo della relazione al Congresso

AS AN «OVERTURNED RAINBOW».
THE SUSPENSION BRIDGES IN THE ITALIAN
ARCHITECTURAL CULTURE OF THE 19TH CENTURY.

Nell'Italia napoleonica: pratiche professionali e strategie territoriali

Nell'itinerario tecnico ed artistico che caratterizzò l'Italia in età napoleonica, di particolare interesse risultano il ponte realizzato sul Po a Torino¹ ed i numerosi progetti elaborati per il ponte sul Garigliano presso Minturno. Dovendosi attestare lungo una delle principali arterie dell'impero napoleonico che da Torino attraversava tutta l'Italia fino a Roma e Napoli, entrambe queste strutture costituivano un'occasione concreta per i quadri tecnici francesi di esportare una politica di trasformazione del territorio, ampiamente sperimentata in patria nel corso della seconda metà del Settecento.

La necessità di perfezionare gli strumenti adatti per una efficace circolazione di uomini e di merci attraverso una elaborata rete di collegamenti viari, urbani o extraurbani, accomuna, infatti, i due progetti: a Torino il tema del ponte “urbano” favorì la politica dei grandi attraversamenti e quindi del ridisegno di una parte strategica della città, che andava estendendosi verso la sua immediata periferia; a Minturno il progetto di un attraversamento stabile si coniugò con l'idea di rendere navigabile il fiume Garigliano fino alla valle del Liri², e quindi con l'esigenza di innescare nuovi processi di sviluppo insediativo e di crescita economica del territorio.

Ma se il progetto di un ponte lapideo fu considerato pressoché unanimemente la tipologia architettonica più appropriata per un passaggio stabile sul Po, tanto da essere portato a compimento con successo in età napoleonica, il progetto – non realizzato - per un ponte sospeso sul Garigliano costituisce una testimonianza rilevante del

livello di conoscenza scientifica che caratterizzò il dibattito culturale sull'architettura dei ponti nell'Italia del primo Ottocento.

Considerata infatti l'iniziale difficoltà mostrata dai tecnici napoletani nel concepire prima del secondo decennio dell'Ottocento architetture da ponte con materiali non tradizionali come la ghisa e il ferro, la proposta elaborata tra il settembre 1809 ed il dicembre 1810 da Carmine Antonio Lippi per un «ponte pensile»³ ebbe almeno il merito di introdurre, nel dibattito di quegli anni, le potenzialità costruttive del ferro e l'ipotesi di adottare – forse per la prima volta in Italia – quella nuova tipologia costruttiva.

Occorsero al Lippi ben cinque memorie per descrivere alla direzione del Corpo napoletano di Ponti e Strade la tipologia di ponte che egli aveva in mente. La sua ipotesi prevedeva di «stendere» orizzontalmente «nel vano tra le due teste del ponte» - ovvero lungo due piani di fabbrica inclinati da realizzare sulle sponde opposte del fiume - tredici catene di ferro in barre, alle quali sarebbero state fissate le tavole in legno del piano di calpestio, diviso a sua volta in due corsie, quella centrale per i pedoni e quelle laterali per le vetture. Nell'ultima versione del progetto, infine, egli aveva previsto in mezzzeria dell'impalcato alcuni pali di sostegno, da conficcare nel letto del fiume a grossa profondità, mediante una macchina di sua invenzione.

E' alquanto evidente che tale struttura derivava dall'osservazione di alcuni prototipi che cominciarono a diffondersi principalmente in Inghilterra nella seconda metà del Settecento, come ad esempio la «passerella pensile» sul fiume Tees, in Galles. Tuttavia, se si fa riferimento sia alle esperienze condotte a partire dal decennio precedente in Pennsylvania da Judge James Finley (1756-1828), sia alle prime proposte che proprio in quegli anni stava elaborando Samuel Brown (1776-1852) in Scozia (1809-1810), si deduce chiaramente che la soluzione del Lippi era ancora legata ad un modello tipologico superato da quasi vent'anni.

Ciò nonostante, il Lippi, in qualità di esperto mineralogista e grazie ai viaggi che un decennio prima aveva condotto nell'Europa settentrionale, colse con largo anticipo rispetto all'ambiente scientifico partenopeo, se non addirittura italiano, le reali potenzialità del ferro nel campo dell'edilizia, mostrando al contempo una notevole sagacia imprenditoriale. Inconsapevolmente egli introdusse i primi germi di un dibattito che comincerà a svilupparsi solo verso la metà del XIX secolo, quando cioè la scelta di accettare completamente il ferro come materiale costruttivo, affrancandolo definitivamente dal ruolo di componente secondaria di una struttura architettonica, si rileverà in pieno eclettismo storicistico ancora del tutto rivoluzionaria. Ma l'insuccesso di quell'iniziativa deriva anche dalla reticenza culturale di credere in una nuova tipologia di ponte, come del resto si evince dalla relazione con la quale l'architetto e ingegnere Ignazio Stile bocciò la proposta del Lippi: «I viaggiatori ne dicono che tal generazione di Ponti vien costumata da' Cinesi, e da' Peruani. I primi con verace catene, e colle funi i secondi. [...] I cinesi, però, ed i Peruani, non sono le nazioni le più culte della terra, e perciò i loro prodotti risentir debbono della debolezza de' loro ingegni. Ecco

perché gli Europei che da più tempo trafficano nella Cina e nel Perù, e che dal p.mo momento han riportata tra noi l'esistenza di tali ponti non han creduto esser ben fatto imitarli, e l'hanno trascurati, e messi nel numero delle cose di cui non debba farsene conto [...]»⁴.

In effetti, tra i resoconti di viaggio che agli inizi dell'Ottocento favorirono un rinnovato interesse verso i ponti pensili esistenti nel Perù o nelle regioni himalaiane dell'Asia – per altro conosciuti, in ambito artistico, anche attraverso il trattato architettonico (1721) di Johann Bernhard Fischer von Erlach (1656-1723) - i più noti furono sicuramente i contributi di Alexander von Humboldt e di Samuel Turner.

Durante il lungo viaggio dal Venezuela agli Stati Uniti che condusse tra il 1799 e il 1804, in compagnia di Aimè Bonpland, von Humboldt ebbe modo di scoprire nelle Cordigliere andine i ponti di Penipè, sospesi a corde di agave ed i cosiddetti ponti di «Tarabita» sospesi a corde formate «con sarmenti, o strisce di pelli». Ancora prima (fin dal 1783) Samuel Turner, per conto della East India Company, ebbe modo di effettuare un viaggio d'interesse diplomatico dal Bengala al Tibet, documentando - con l'ausilio di immagini prodotte dall'«ingegnere e disegnatore» Davis – i numerosi ponti sospesi a corde vegetali o a catene di ferro presenti nelle regioni himalayane ed uno di questi – come ricorderà nel 1823 Louis-Marie-Henri Navier (1785-1836) in una approfondita «descrizione storica dei ponti sospesi» - era stato riprodotto «nella tavola XXII del Parallèle des édifices di Durand, pubblicato a Parigi nel 1801»⁵.

Ma su questa singolare tipologia architettonica, di particolare interesse è il rapporto presumibilmente esistente tra i primi ponti sospesi brevettati negli Stati Uniti d'America da James Finley nel 1808 ed i prototipi europei realizzati tra la metà del Settecento ed il secondo decennio dell'Ottocento.

Navier, infatti, ricorda più volte il «signor Finlay [sic!], possidente negli Stati Uniti dell'America settentrionale [ed] i ponti costruiti sotto la sua direzione [nei quali] le catene sono portate da colonne di legno piantate sulle sponde, ed il palco vi è appeso mediante tiranti verticali»⁶, precisando però al riguardo - quasi nel tentativo di costruire storiograficamente un primato francese - che ancora prima del trattato sulla *bridge architecture* pubblicato da Thomas Pope a New York nel 1811⁷, già nel 1808 Albert Gallatin⁸, in un rapporto inviato in Francia sulle strade ed i canali degli Stati Uniti d'America, aveva descritto alcuni di quei ponti. Rapporto che tuttavia il Navier conobbe solo attraverso l'opera più tarda di J. Cordier, il quale nella *Histoire de la Navigation intérieure* aveva ricordato appunto che «quaranta ponti di tal genere furono eretti in America dall'epoca in cui fu accordato il privilegio d'invenzione»⁹ (1808).

In definitiva, se l'opera del Pope può considerarsi effettivamente il primo trattato sull'architettura dei ponti in ferro, non è certo che ad essa sia direttamente connesso lo sviluppo dei primi ponti sospesi in Europa. Quel trattato, infatti, non ebbe grande diffusione nel continente europeo e quando Navier lo citò per la prima volta (1824), la fase pionieristica e sperimentale in questo particolare settore edilizio si era ampiamente conclusa con i primi progetti inglesi di Thomas

Telford (1757-1834) per un ponte sul fiume Runcorn (1814) e di Samuel Brown per il ponte dell'Unione sul Tweed (1819).

Del resto, nella stessa memoria del Navier – così come in tutti i manuali scientifici che ad essa seguirono – non sono affatto ricordate alcune importanti pubblicazioni di Finley (1809)¹⁰ e di Joseph Joshua Dyster (1810)¹¹ che molto probabilmente ispirarono il lavoro di Pope. Analogamente, la nota «passerella a nastro» eretta in Inghilterra presso la città di Winch sul fiume Tees, fra le contee di Durham e di York, e raffigurata da William Hutchinson nel 1794 «in un'opera intitolata *Antiquities of Durham*»¹², fu conosciuta nell'ambiente tecnico europeo solo dopo diversi anni dal suo crollo – avvenuto nel 1802 – e cioè attraverso la descrizione che l'ingegnere scozzese Robert Stephenson ne fece in un articolo apparso sull'*Edimburg Philosophical Journal* del 1822. Fu in quella occasione – come ricordava ancora Navier – che lo Stephenson, lagnandosi di non aver potuto conoscere l'epoca precisa dell'erezione di quel ponte, dichiarò «di avere rilevato da un'autorità degna di fede che essa rimonti circa all'anno 1741».

Una data – ritenuta da allora l'atto di nascita del primo ponte sospeso in Europa - che, in mancanza di ulteriori supporti documentari, appare dunque ancora incerta ed approssimativa e che, anche per l'improbabile longevità di esercizio della struttura (1741[?]-1802), potrebbe essere verosimilmente spostata alla fine del XVIII secolo.

Alla luce di queste considerazioni è possibile ipotizzare che Carmine Antonio Lippi abbia realmente osservato la passerella del Tees in Galles tra il 1795 ed il 1797 e che, in virtù di quella visita, lo scienziato salernitano abbia successivamente immaginato un ponte simile per attraversare il Garigliano, sviluppando però un itinerario di ricerca assolutamente autonomo rispetto alle più avanzate esperienze che, negli stessi anni, stava conducendo Finley in Pennsylvania.

Informazioni riguardo alle esperienze d'oltreoceano, Lippi le apprese, infatti, solo nel 1817, quando da un articolo londinese del 16 dicembre 1816 venne a conoscenza della costruzione «sopra del picciolo fiume di Gala» di un ponte sospeso a fili di ferro¹³. Ma tale notizia suscitò nello studioso solo amare considerazioni: «Chi avrebbe creduto, che nel mentre si formavano opposizioni in Napoli ad un ponte, sostenuto da solidissime catene di ferro, se ne costruivano di ferro filato in America, introdotti ultimamente in Inghilterra per la loro utilità ed economia?»¹⁴.

Pur trattandosi di una proposta poco attendibile sul piano tecnico e scientifico, quella del Lippi fu comunque un'idea potenzialmente valida, un'ipotesi di ricerca che gli ingegneri napoletani di ponti e strade non seppero (e forse non poterono) cogliere.

I ponti nella manualistica tecnica del primo Ottocento

Agli inizi del XIX secolo, come il trattato del Bélidor, così quello specifico sui ponti di Henri Gautier, necessitavano oramai di un aggiornamento sostanziale che neanche le voci specifiche e le tavole dell'Encyclopedie potevano colmare. Il *Traité de l'art de bâtir* di

Jean-Baptiste Rondelet - edito tra il 1802 ed il 1817 in sette volumi - ed il trattato di Émiland-Marie Gauthey (1732-1806), pubblicato postumo (1809-1816)¹⁵ a cura del Navier, costituirono nell'Europa continentale dei primi due decenni dell'Ottocento i testi più autorevoli, dopo i resoconti del Perronet del 1788, nel settore della costruzione dei ponti.

Se nel secondo volume Rondelet si sofferma sui ponti di struttura segnalando le tre opere di Perronet di S.te Maixence, Neuilly e d'Orleans¹⁶, nel quarto affronta per primo il tema dei ponti in ferro descrivendo quelli inglesi di Colbrookdale, Stains e Sunderland e quelli parigini des Quatre Nations (poi des Arts) e d'Austerlitz (1807-1809)¹⁷.

Pressoché contemporaneamente apparvero i primi due volumi delle *Oeuvres de M. Gauthey* (1809-1813)¹⁸ ed il trattato sui ponti di carpenteria del Wiebeking (1762-1842), edito nel 1808 e tradotto in francese nel 1810¹⁹. Tuttavia, gli effetti del blocco continentale si risentirono anche nel campo dell'editoria, cosicché almeno ufficialmente il trattato inglese di Robert Fulton (1796)²⁰ e le immagini dei primi ponti sospesi concepiti da Samuel Brown sul Tamigi (1809-1810) e da Thomas Telford sul Mersey (1814) non varcarono i confini della Manica prima dell'esito finale della battaglia di Waterloo.

Inizialmente, alcune di queste strutture furono concepite secondo un sistema misto, a catene di ferro ed a stralli, come nei due ponti di King's Meadows (1817) e di Druburg-abbey (1818) sul fiume Tweed in Gran Bretagna, ma nel giro di pochi anni si andarono sviluppando due tipologie differenti. La prima era costituita da un impalcato in ferro e legno, sostenuto, mediante tiranti rigidi metallici, da barre articolate e disposte secondo una curva funicolare, detta appunto catenaria. Ciascuna catenaria era sospesa in testa ai piloni - realizzati in pietra o in muratura, più raramente in legno o in metallo - ed ancorata al terreno. Nel tratto intermedio, tra i piloni delle opposte sponde, le catene erano dette «di sospensione», mentre nei due tratti esterni erano denominate «di ritenuta». La seconda tipologia, alternativa alla prima, pur mantenendo lo stesso schema architettonico, prevedeva in luogo delle catene lunghi fasci di filo di ferro paralleli, detti, secondo la loro disposizione, cavi di sospensione o di ritenuta.

L'adozione dell'uno o dell'altro sistema dipendeva dall'*economia* e dalla *solidità*, ovvero dallo stato di progresso che ciascuna nazione aveva raggiunto nel campo della metallurgia, da questioni legate alle tecniche di produzione, dai tempi e dagli oneri di trasporto, di costruzione e di manutenzione, dalla sicurezza e durata nel tempo che essi erano in grado di assicurare. In Francia, grazie al rapido sviluppo delle applicazioni eseguite dai fratelli Seguin, fu adottata prevalentemente la tipologia dei ponti sospesi a fili di ferro, mentre in Gran Bretagna si preferì molto più spesso quella «a catene».

In Italia furono adottate entrambe le tipologie, ma in alcuni Stati prevalse quella «britannica», in altri quella «francese». In Toscana, ad esempio, Marc Seguin (1786-1875) e la sua compagnia realizzarono strutture sospese «a fili di ferro», ma gli stessi ingegneri furono

obbligati, in Campania, ad utilizzare il sistema a «barre» per la costruzione di un ponte sospeso sul fiume Sele, poiché, come sostenevano gli ingegneri del Corpo borbonico di Ponti e Strade, «sino a quando non saranno costruite delle filiere, la scarsità e l'alto prezzo del ferro filato eleverebbe purtroppo la spesa di simili opere e [...] perciò bisogna avvalersi delle barre»²¹.

Come Seguin, molti altri tecnici d'oltralpe furono direttamente coinvolti nella progettazione di ponti sospesi in Italia, contribuendo in tal modo a diffondere queste nuove tecnologie costruttive e soprattutto ad alimentare il dibattito già in atto a partire dalla metà degli anni venti dell'Ottocento.

Fu, infatti, intorno agli anni 1825-30, poco dopo la pubblicazione dei due fondamentali contributi teorici di Navier²² e di Marc Seguin²³, che in alcune riviste specializzate cominciarono ad apparire i primi articoli e le prime riflessioni critiche sui cosiddetti «ponti a sospensione»²⁴, dove – oltre ai più noti esempi francesi e inglesi – non mancarono riferimenti ai principali esempi svizzeri o russi e, soprattutto, alle prime esperienze condotte nei vari stati italiani, dalla passerella padovana del colonnello Anton Claudio Galateo ai ponti di Luigi Giura nel Regno delle Due Sicilie, da quello di Carlo Reischammer sulla Cecina in Toscana al ponte di Casale in Piemonte.

Il *Real Ferdinando* (1828-1832), realizzato alla foce del fiume Garigliano, nei pressi dell'antica *Minturnae*, è il primo ponte sospeso costruito in Italia ed è sicuramente l'opera più nota dell'ingegnere borbonico di Ponti e Strade Luigi Giura (1795-1864)²⁵.

La ragione principale per la quale Giura, come modello di riferimento per il ponte pensile sul Garigliano, scelse in un primo momento (1825) il ponte dell'Unione sul fiume Tweed (1820) realizzato da Samuel Brown presso la cittadina scozzese di Paxton - e paragonato da Robert Stephenson ad un «arco baleno rovesciato»²⁶ - deriva probabilmente dal successo che tale struttura già aveva riscosso nell'ambiente culturale napoletano, come testimoniano i riferimenti puntuali alle esperienze europee nei trattati di architettura di Francesco De Cesare (1827)²⁷ e di Nicola d'Apuzzo (1831)²⁸.

Viceversa, il passaggio da una struttura con piloni ad un unico fornice allo schema con piloni isolati, risponde maggiormente alla ricerca individuale di Giura, sulla quale influi in maniera determinante il viaggio che egli aveva condotto in Inghilterra ed in Francia (1826-27).

Vincolato dal sistema produttivo borbonico alla tipologia dei ponti sospesi a catene di ferro in barre, anziché a fasci di fili paralleli, Giura presentò nel 1828 un progetto diverso dalla prima ipotesi.

Collocato il ponte a sud dell'antico fortino del Garigliano e posizionata ciascuna coppia di piloni a circa dieci metri dalle sponde del fiume, egli dispose su una luce di 78 metri un impalcato in legno largo circa sei metri e suddiviso in tre corsie - quella centrale per i veicoli su ruote e le due laterali per i pedoni - facendo sostenere i correnti longitudinali esterni, attraverso 180 tiranti, alle due coppie di catene.

Ogni catena, compreso il tratto di ritenuta, era lunga circa 137 metri e ed era costituita da ventisei barre a sezione rettangolare collegate tra loro ad occhiello. Tale schema - a meno dell'inclinazione delle catene,

che nel Real Ferdinando si manteneva costante anche nel tratto sottostante ai massi di ritenuta - faceva diretto riferimento al Pont des Invalides realizzato da Navier a Parigi tra il 1826 ed il 1828²⁹.

Tuttavia, rispetto al modello parigino che purtroppo presentò alcuni difetti di stabilità già in fase di completamento, altre ed ancora più significative furono le variazioni apportate da Giura.

Definendo «di sospensione [...] i punti dove si congiunge il tratto di sospensione con quelli di ritenuta, ossia dove la catena poggia sui pilastri. [...]»³⁰ Giura tenne a sottolineare la difficoltà incontrata da molti esperti nello stabilire il sistema più vantaggioso, ritenendo la soluzione «a pendolo» escogitata da Brunel per il ponte dell'Isola di Borbone la più efficace.

Tuttavia, rispetto alla soluzione dell'ingegnere britannico – dove il collegamento tra il tratto di ritenuta ed il tratto di sospensione e la rispettiva oscillazione era assicurato mediante due maglioni metallici sospesi superiormente ad una barra cilindrica – Giura, dovendo risolvere le sollecitazioni di due rami di catene, superiore ed inferiore, escogitò un sistema che chiamò «doppio pendolo», consistente in due sistemi “a pendolo” in grado di collegare i tratti di ritenuta con quelli di sospensione, assecondando autonomamente ogni sollecitazione.

Anche le parti strutturali in pietra ed in muratura furono oggetto di particolare attenzione da parte del Giura, il quale, dopo aver inizialmente elaborato come piloni di sostegno delle colonne di ordine dorico, optò definitivamente per lo stile egizio.

Il positivo impatto che ebbe quest'opera nell'ambiente scientifico, nonché i vantaggi economici che essa presentò rispetto ai sistemi tradizionali di costruzione, indussero il governo a promuovere la realizzazione di altri ponti pensili su alcuni dei principali fiumi del Regno, come il Pescara in Abruzzo, il Calore ed il Sele in Campania. Tuttavia, solo il «Maria Cristina» (1832-1835) sul fiume Calore fu realizzato, mentre gli altri, dopo estenuanti tentativi e per lungaggini prevalentemente burocratiche, non furono mai compiuti.

Il declino dei ponti sospesi in Europa. Crollo e ricostruzione del «Maria Cristina» (1851-1855)

Il 16 aprile 1850 il crollo del ponte sospeso di Angers, in Francia, causò la morte di ben 226 uomini³¹. Non era la prima sventura del genere, ma il numero considerevole di vittime e la diffusione così rapida della notizia di quella tragedia generò in tutta Europa una quasi totale sfiducia nell'efficienza delle strutture pensili³². Un esempio della conseguenza che ebbe tale notizia nell'ambiente napoletano ci è fornito dalla testimonianza di Giuseppe Carelli, il quale ricordava che, «dopo la sventura del ponte di Angers», il progetto di una struttura pensile in fili di ferro previsto per «il ponte Farnese sul Liri presso Isoletta», fu abbandonato e fu invece preferito un più rassicurante ponte in pietra³³.

Se è vero, però, che in quel periodo, con lo sviluppo delle ferrovie, la ricerca si andava orientando verso tipologie alternative - dal sistema tubolare in lamiera del Britannia Bridge a quello delle travi reticolari

con pilastri a graticcio³⁴ - e che solo alla fine del secolo con i nuovi sistemi di sospensione adottati dal bavarese John Augustus Roebling³⁵ - dal Niagara Railway Bridge (1851-1855) all'iconico Brooklyn Bridge (1883) – avrà inizio una nuova epopea dei grandi ponti pensili, è anche vero che il disastro di Angers sancì la fine della cosiddetta «âge d'or des ponts suspendus»³⁶ di prima generazione.

Il violento nubifragio che il 22 novembre 1851 colpì il Maria Cristina sul Calore segna l'analogo destino dei ponti sospesi nel Mezzogiorno d'Italia.

Ciò nonostante, dopo il disastro, il 14 febbraio 1852 la Direzione di Ponti e Strade incaricò Giura di redigere una stima dei lavori di ricostruzione del vecchio ponte in ferro ed allo stesso tempo spedì sul luogo alcuni ingegneri per tentare il recupero delle parti metalliche disperse dalle correnti lungo il letto del fiume.

Tenendo conto del livello raggiunto dal fiume nella piena del 1851, l'ingegnere lucano elaborò due ipotesi d'intervento. La prima prevedeva di non modificare i capitelli dei pilastri e di alzare solo i punti di sospensione, avvicinando l'impalcato ai sospensori ed ispessendo le catene in funzione della maggiore tensione da sopportare, il tutto con una spesa aggiuntiva di circa 1.600 ducati. La seconda ipotesi, invece, prevedeva di alzare i pilastri di 4 palmi e di praticare un nuovo vano di scorrimento per le catene di sospensione, con una spesa di 2.000 ducati.

Approvata la seconda soluzione il 22 maggio 1852, i lavori furono condotti sul luogo dall'ingegnere Angelo Ruggi e furono portati a termine nel 1855.

Quel ponte sarebbe sopravvissuto per quasi altri cent'anni – venendo distrutto solo dall'esercito tedesco in ritirata nel 1945 – ma l'età d'oro dei ponti sospesi si era ormai conclusa.

¹ Cfr. L. Re, *La costruzione del ponte napoleonico sul Po a Torino (1808-1814)*, in AA.VV., *Villes et territoire pendant la période napoléonienne (France et Italie)*, École Française de Rome, Roma 1987, pp. 183-198.

² Cfr. R. Parisi, A. Pica, *L'Impresa del Fucino. Architettura delle acque e trasformazione ambientale nell'età dell'industrializzazione*, Athena, Napoli 1986, pp. 83-84 e passim.

³ Cfr. C. LIPPI, *Ponte pensile sul Garigliano*, Napoli 1817; ID., *Corollarj che a favore del ponte pensile da Carlo Lippi proposto per il Garigliano risultano dal Rapporto fatto all'Accademia di Scienze di Napoli [...]*, Napoli 1818; ID., *Trionfo in Napoli, in Parigi ed in Londra del ponte pensile proposto per il Garigliano*, Napoli 1820.

⁴ Riguardo alla relazione di Stile e più in generale ai temi trattati in questo contributo si veda R. Parisi, *Come «macchine per circolare». L'architettura dei ponti nell'Italia napoleonica (1796-1815)*, in «Rivista Italiana di Studi Napoleonici», n.s., a. XXXIV, nn. 1-2, 2001, (ESI, Napoli), pp. 331-360; Id., *I ponti nella cultura architettonica italiana dell'età moderna e contemporanea*, in G.E. Rubino, a cura di, *Costruttori di Opifici/Millwrights. Architetture del lavoro fra tradizione e innovazione* Giannini, Napoli 2005, pp. 58-75;

⁵ Cfr. Cfr. C. L. M.-H. NAVIER, *Rapport à messieur Becquey directeur general des ponts et Chaussées et des Ruines, et memoir sur les ponts suspendus [...]*, Paris 1823. Cito dall'edizione italiana G. Corti, *Rapporto e memoria sui ponti pensili di L. Navier...*, versione italiana con note e aggiunte dell'ingegnere G.C., Angelo Monti, Milano 1840, p. 31.

⁶ Ibidem, p. 38.

⁷ Cfr. T. Pope, *A treatise on bridge architecture...*, A. Niven, New York 1811

⁸ Cfr. A. Gallatin, *Report of the secretary of the treasury on the subject of Public Roads and Canals*, s.l., s.d.; Id., *Letter from the secretary of the Treasury [Albert Gallatin] ...*, A. and G. Way, Washington 1808.

⁹ Cfr. G. Corti, *Rapporto e memoria sui ponti pensili di L. Navier...*, cit., p.38 ed inoltre J. Phillips, *Histoire de la navigation intérieure et particulièrement de celle d'Angleterre jusqu'en 1803...*, traduzione di Joseph-Louis-Étienne Cordier, Paris 1819; J. Cordier, *Ponts et Chaussées. Essai sur la construction des routes, des ponts suspendus, des barrages extraits de divers ouvrages anglais*, Lille 1823.

¹⁰ Cfr. J.J. Finley, *A description of the chain bridge*, Uniontown 1809. Tra le pubblicazioni di Finley, Nikolaus Pevsner ricorda inoltre *A description of the Patent Chain Bridge*, in «Port Folio», 1810, n.s., III, pp. 441-453 (Cfr. N. Pevsner, *Pioneers of the Modern Movement from William Morris to Walter Gropius*, London (1936) 1943, trad. it. a cura di A. Negri, Garzanti, Milano 1999, pp. 149 e 274, n. 17. Anche negli Stati Uniti d'America, comunque, le esperienze di Finley ebbero una scarsa diffusione nell'ambiente scientifico. Cfr. a proposito E. Kemp, *The Wheeling Suspension Bridge (Ohio), the 150th Anniversary*, in «Patrimoine de l'industrie. Ressource, pratiques, cultures», 2000, n. 3, pp. 67-70.

¹¹ Cfr. J.J. Dyster, *Patent tubular iron bridges*, Philadelphia 1810.

¹² Cfr. W.F.S.A. Hutchinson, *The History of Antiquities of the County Palatine of Durham*, voll. III, S. Hodgson, Newcastle 1785-94, p. 297.

¹³ Si trattava presumibilmente del ponte fatto costruire sul fiume Tweed a Galashiel da Richard Lees nel 1816 (Cfr. C. Invernizzi, *Nascita, sviluppo e tecnologia dei ponti sospesi a fasci di fili di ferro paralleli. Da Marc Seguin a John Roebling: 1820/1860. I°*, in «Costruzioni metalliche», 1977, n. 261, p. 1266; C. Messina, L. Paolini, V. Sestini, *Origini delle tecniche costruttive dei ponti a sospensione di catene*, in «Costruzioni», n. 5, 1979, p. 243).

¹⁴ Cfr. C.A. Lippi, *Ponte Pensile pel Garigliano...*, cit., p. 11.

¹⁵ Cfr. E.-M. Gauthey, *Oeuvres de M. Gauthey, [...] Publié par M. Navier*, voll. I-III, F. Didot, Paris 1809-1816.

¹⁶ Cfr. J.-B. Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, 8 voll., Paris 1802-1817, vol. II (1804), pp. 213-226 e tav. XLIV.

¹⁷ Ibidem, vol. IV (1810), pp. 537-557.

¹⁸ I primi due volumi delle *Oeuvres* contengono infatti il *Traité de la construction des ponts par M. Gauthey* (1809-1813), mentre il terzo, pubblicato nel 1816, contiene le *Memoires sur les canaux de navigation, et particulièrement sur le canal du centre, autrefois canal du Charolais*.

¹⁹ Cfr. K.F. von Wiebeking, *Traité contenant une partie essentielle de la science de construire les ponts, ...*, Munich 1810.

²⁰ Cfr. R. Fulton, *A treatise on the improvement of canal navigation; ...*, I. & J. Taylor, London 1796.

²¹ Sulla storia delle tecniche metallurgiche e sull'architettura delle ferriere e fonderie borboniche si veda G. E. Rubino, *Le fabbriche del Sud. Architettura & Archeologia del Lavoro*, Giannini, Napoli 2004.

²² Cfr. L. Navier, *Rapport a' meissieur Becquey directeur general des Ponts et Chaussées et des Ruines; et memoir sur les ponts suspendus...*, Imp. Royale, Paris 1823; ID., *De l'entreprise du pont des invalides*, F. Didot, Paris 1827.

²³ Cfr. M. Seguin, *Des ponts en fil de fer par Seguin Aimé d'Annonay*, Paris 1824 (seconda ediz. 1826).

²⁴ Tra i contributi di carattere generale si veda, ad esempio, *Cenni sopra dei nuovi Ponti di filo di ferro allo straniero, e sui vantaggi che si otterrebbero costruendone in Italia*, in «Annali universali di statistica economia pubblica, storia, viaggi e commercio», 1827, vol. 12, fasc. 36, pp. 211-216. Sui ponti sospesi in Italia, con particolare riguardo al Piemonte, si veda L. Re, a cura di, *Sospesi a dei fili. I ponti sospesi dell'Ottocento valsese*, Lindau, Torino 1993; Id., *Architettura e conservazione dei ponti piemontesi*, Celid, Torino 1996.

²⁵ Cfr. R. Parisi, *Luigi Giura (1795-1864). Ingegnere e architetto dell'Ottocento*, Electa Napoli, Napoli 2003, pp. 27-38. Tra le fonti coeve alla realizzazione dell'opera si veda G. Filioli, *Di un nuovo ponte sospeso a catene di ferro sul Garigliano*, in «Annali Civili del Regno delle Due Sicilie», fasc. I, 1833, pp. 41-51; P. Campagnoli-C. Bonucci, *I ponti di ferro sul Garigliano e sul Calore*, in «Poliorama Pittresco», fasc. I, 1836, pp. 78-79.

²⁶ Cfr. L. Navier, *Rapporto e memoria sui ponti pensili...*, cit., p. 57.

²⁷ Cfr. F. De Cesare, *Trattato elementare di architettura civile*, 3 voll., Napoli 1827, vol. II, pp. 254-261.

²⁸ Cfr. N. D'Apuzzo, *Considerazioni architettoniche*, Napoli 1831, pp. 202-220.

²⁹ Cfr. C. L. M.-H. Navier, *De l'enterprise du pont des Invalides*, Paris 1827; Id., *Rapport à messieur Becquey directeur general des ponts et Chaussées et des Ruines, et memoir sur les ponts suspendus. Deuxième édition augmentée d'une notice sur le Pont des Invalides*, Parigi, Carilian-Goery, 1830.

³⁰ Cfr. [Giura L.], *Memoria sulla disposizione più vantaggiosa dei punti di sospensione nei ponti pensili coll'applicazione al nuovo ponte sul Garigliano*, in *Notizia intorno ai ponti sospesi sopra i fiumi Garigliano e Calore. Con un cenno intorno alle cause della caduta ed al ristabilimento del palco della seconda di queste opere. Preceduta da una memoria intorno alla disposizione più vantaggiosa de' punti di sospensione ne' ponti pensili*, in «Annali delle Opere Pubbliche e dell'Architettura», a cura di G. Rossi, N. de Rosa e L. Carrieri, a. V, 1855, p. 169.

³¹ Cfr. M. Tardif, *Catastrophe du pont de la Basse-Chaime, à Angers*, Angers 1852.

³² Cfr. B. Lemoine, *Les pons catastrophes*, in «Monuments Historique», nn. 150-151, 1987, pp. 101-112.

³³ Cfr. G. Carelli, *Ragguaglio di alcuni principali porti, fari e lazzaretti de' reali domini di quà dal fàro*, in «Annali Civili del Regno delle Due Sicilie», fasc. CXXXIII, 1859, pp. 96-98.

³⁴ Cfr. V. Nascè, *La progettazione strutturale e la costruzione metallica dalle origini al periodo 1850-60*, in Aa.Vv., *Contributi alla storia della costruzione metallica*, Alinea, Firenze 1982, pp. 9-84.

³⁵ Cfr. J. K. Finch, *Storia dell'Ingegneria*, Firenze, Sansoni, 1962, pp. 329-333.

³⁶ Cfr. D. Amoroux-B. Lemoine, *L'âge d'or des ponts suspendus en France, 1823-1850*, in «Annales des Ponts et Chaussées», n. 19, 1981, pp. 53-63.