

Speciale
LEXICON *n. 3*

Storie e architettura in Sicilia e nel Mediterraneo

*«Sulla ruina di sì nobile edificio»
Crolli strutturali in architettura*

da un'idea di Claudia Conforti

a cura di:

Maria Grazia D'Amelio

Marica Forni

Nicoletta Marconi



Il volume è stato pubblicato con il finanziamento
dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Lexicon. Speciale

Numero speciale della rivista semestrale N. 3

ISSN: 1827-3416

ISBN: 978-88-32240-86-3

Tribunale di Palermo. Autorizzazione n. 21 del 20 luglio 2005

Edizioni Caracol - Palermo

Direttore responsabile:

Marco Rosario Nobile

Consiglio direttivo:

Marco Rosario Nobile (Università degli Studi di Palermo-Direttore responsabile)

Paola Barbera (Università degli Studi di Catania)

Maria Sofia Di Fede (Università degli Studi di Palermo)

Emanuela Garofalo (Università degli Studi di Palermo)

Stefano Piazza (Università degli Studi di Palermo)

Fulvia Scaduto (Università degli Studi di Palermo)

Domenica Sutura (Università degli Studi di Palermo)

Comitato scientifico:

Beatriz Blasco Esquivias (Universidad Complutense de Madrid)

Monique Chatenet (Centre André Chastel, Paris)

Claudia Conforti (Università degli Studi di Roma Tor Vergata)

Fernando Marías (Universidad Autónoma de Madrid)

Alina Payne (Harvard University, Cambridge - MA)

Comitato editoriale:

Begoña Alonso Ruiz (Universidad de Cantabria), Isabella Rachele Balestreri (Politecnico di Milano), Dirk De Meyer (Ghent University), Joan Domenge i Mesquida (Universitat de Barcelona), Alexandre Gady (Université de Paris IV-Sorbonne), Adriano

Ghisetti Giavarina (Università Chieti Pescara), Mercedes Gómez-Ferrer (Universitat de Valencia), Javier Ibañez Fernández

(Universidad de Zaragoza), Elisabetta Molteni (Università Ca' Foscari Venezia), Erik H. Neil (Academy Art Museum, Easton,

Maryland), Walter Rossa (Universidade de Coimbra), Sandrine Victor (Université d'Albi), Arturo Zaragoza Catalán (Generalitat

Valenciana, Real Academia de Bellas Artes San Carlos de Valencia)

Capo redattore:

Federica Scibilia

Redazione:

Armando Antista, Zaira Barone, Alessia Garozzo, Gaia Nuccio

Amministrazione:

Caracol srl, Piazza Don Luigi Sturzo, 14 - Palermo

Lexicon è una rivista di classe A nell'elenco dell'ANVUR (Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca) pubblicato il 22/05/2019 (<https://www.anvur.it/>).

Il codice etico e di condotta della rivista è consultabile su <http://www.edizionicaracol.it/wordpress/codice-etico-lexicon/>

I sommari dei numeri precedenti sono consultabili su <http://www.edizionicaracol.it/wordpress/numeri-lexicon/>

© 2023: by Edizioni Caracol

Per abbonamenti rivolgersi alla casa editrice Caracol ai seguenti recapiti:

e-mail: info@edizionicaracol.it

tel. 091-340011

Laddove non specificato gli elaborati grafici e le fotografie sono stati realizzati dall'autore del saggio.

In copertina: *Tempio di Minerva Medica nel XIX secolo, incisione, in G. B. Balzar, Scenografia dei più celebri monumenti sacri e profani antichi e moderni di Roma, Calcografia Camerale, Roma 1864.*

SOMMARIO

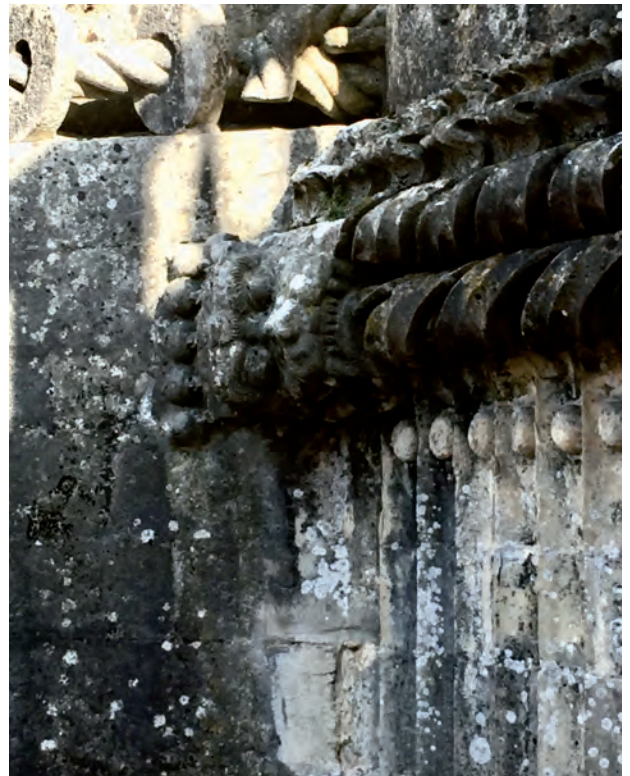
- 5 *Marco Rosario Nobile*
Editoriale
- 7 *Maria Grazia D'Amelio, Marica Forni, Nicoletta Marconi*
Introduzione ai crolli
- 9 *Giovanni Cangi*
Dissesti di archi, volte e cupole
- 17 *Fulvio Cairoli Giuliani*
Il santuario di Ercole vincitore e Tivoli e il Pantheon di Roma: due dissesti strutturali avvenuti durante la costruzione
- 27 *Fabrizio De Cesaris*
Il tempo e l'uomo. Il disfacimento dell'acquedotto Claudio a Roma
- 39 *Rossana Mancini*
Crolli e ricostruzioni nelle Mura Aureliane di Roma
- 47 *Marina Magnani Cianetti*
Minerva Medica. Crolli e restauri
- 55 *Andrea Longhi*
«Qui disruerat propter disruptionem turre». Il crollo di una torre (agosto 1319) e la sua ricostruzione nella contabilità sabauda
- 65 *Maria Teresa Como*
La cupola dimenticata di fine Quattrocento sull'abside del duomo di Napoli
- 75 *Marco Rosario Nobile*
Il crollo delle volte del refettorio del monastero di Santa Chiara a Noto (1555) e la complessa genesi della volta a spigolo in pietra nella Sicilia orientale
- 81 *Maria Grazia D'Amelio, Francesco Federico, Martina Cacciotti, Lorenzo Grieco*
Roma e il Tevere. Il crollo dei muraglioni per la piena del 1900: cause e provvedimenti
- 91 *Valentina Russo*
«Cadde cominciando a crollare dalla lanterna». La crociera del Gesù Nuovo in Napoli tra dissesti, querelles e ricostruzioni
- 101 *Alessandro Brodini*
«La sua caduta fu miracolosa». Il crollo della torre del duomo vecchio di Brescia nel 1708
- 111 *Marica Forni*
Conflitti e crolli: il caso del teatro Sociale di Como
- 121 *Nicoletta Marconi*
«È questa un'opera d'arte che non doveva essere toccata»: addenda su crollo e ricostruzione del Salone Sistino nella Biblioteca Apostolica Vaticana (1931-1933)
- 133 *Valentina Florio*
Crolli, consolidamenti e ricostruzioni delle coperture voltate di Palazzo Ruspoli a Nemi
- 143 *Marzia Marandola*
Il viadotto sul torrente Polcevera a Genova (1959-2018). Cronistoria di un crollo

Editoriale

Il numero di Lexicon Speciale che qui si presenta, ideato e curato da colleghe che stimo, si presta bene a specchiare una porzione del nostro tempo. Forse ci sono momenti, circostanze e periodi storici in cui si avverte l'esigenza di riflettere sull'errore, di insinuare dubbi e di incrinare l'asse puntato sullo studio di icone o di processi, apparentemente ineluttabili, con cui si descrive e circoscrive troppo spesso una storia positiva. È il caso, certamente, dei saggi qui riuniti, ma anche dell'ultimo convegno, organizzato dal compianto Christoph Thoenes a Vicenza, dedicato ai "Fallimenti", purtroppo privo di un esito editoriale. Guardare in quest'ottica il passato non ha solo il compito di individuare alternative più realistiche, di incrinare il mito delle direzioni "corrette" che hanno permeato l'idea che l'Occidente ha di sé, ma forse anche di rammentare la costante fatica di Sisifo con cui si costruisce l'architettura e i modi con cui la si racconta. In questo percorso di autocoscienza persino la Tecnica (quella con la T maiuscola, che osanniamo e a cui ci affidiamo da un paio di secoli), a dispetto dell'appartenenza all'empireo delle Scienze dure, svela la sua precarietà.

Non è poi neanche solo un banale messaggio, a suo modo disperato ed equivalente a un "Memento Mori", quanto un avvertimento più sottile rivolto al nostro lavoro. Forse non è un caso che in un momento cruciale del passato del nostro Continente, nell'approssimarsi di un tempo nuovo, composto di geni, di regole e di ottimismo e, in definitiva, di una interpretazione dell'architettura come scienza (da opporre alle "praticacce"), alcuni miei amati maestri dell'ultimo gotico risposero con allegorie che rimandavano alla caducità e alla vulnerabilità. Ma i "comedores de piedra" non irridevano e non propugnavano resistenze impossibili, rimarcavano solo che l'errore e il tempo giocano una partita opposta a quella umana e che, in definitiva, siamo obbligati a tenerne conto.

Marco Rosario Nobile



A sinistra: Valencia, loggia a ridosso del Consolato del Mar, prospetto principale, particolare. A destra: Tomar (Portogallo), monastero, mostro che divora decorazioni a spirale, XVI secolo (foto di Juan Clemente Rodriguez).

Introduzione ai crolli

Questo studio nasce da un'idea di Claudia Conforti, professore ordinario di Storia dell'Architettura all'Università degli Studi di Roma Tor Vergata, e in particolare dall'osservazione di un disegno di primo Cinquecento, tradizionalmente attribuito a Giuliano da Sangallo, raffigurante l'arco di Malborghetto, il crollo del quale consentì a Giuliano (o a chi per lui) di indagarne a fondo la costruzione.

Il collasso degli edifici, o di parti di essi, non è causato solo da sismi, disastri naturali o incendi, ma può essere l'esito di vizi progettuali o costruttivi, di degrado, di obsolescenza funzionale e di uso improprio. Sarà stato casuale, ma i crolli che si sono verificati in Italia negli ultimi anni, concentrati in pochi giorni – il tetto di San Giuseppe dei Falegnami e un tratto della rupe Tarpea a Roma, il ponte sul Polcevera a Genova – hanno svelato la tragica fragilità del patrimonio monumentale, artistico e anche infrastrutturale, questi ultimi anche con inevitabili ricadute sul funzionamento e sull'economia delle città e sul loro rapporto con l'intorno regionale e il territorio nazionale. Talvolta i crolli sono sopravvenuti (come nei casi procurati dagli incendi) in concomitanza con momenti di particolare vulnerabilità dell'edificio, vale a dire durante i cantieri di restauro o immediatamente dopo interventi strutturali.

In effetti, alla sequenza di grandi imprese che costituisce la storia dell'architettura, quella ammirata e insegnata nelle aule universitarie, andrebbe aggiunta la serie di insuccessi costruttivi, che sono stati altrettanto istruttivi, quale fonte preziosa di esperienza per l'avanzamento della ricerca sperimentale e della tecnica costruttiva. Una storia parallela che, come auspicava Marco Dezzi Bardeschi in occasione del convegno di Ingegneria Forense su "Crolli, affidabilità strutturale e consolidamento" (Milano, 2017), potrebbe idealmente confluire in un Libro dei Grandi Crolli. Muovendo dalla vicenda della rovina ripetuta nel tempo della cupola dell'Hagia Sophia, un simile compendio potrebbe utilmente passare in rassegna episodi più domestici, quali la chiesa di Monterano, rimasta allo stato di rudere, lo sbriciolamento di volte, cupole, torri e campanili (come i noti episodi di Venezia, Pavia), il collasso di ponti, fino al crollo della copertura della chiesa di Gibellina. Tali drammatici eventi rappresentano vivide testimonianze di momenti di crisi operativa, paradossalmente tanto "preziosi" da incidere sullo sviluppo della successiva tecnologia edificatoria. Eppure, nonostante l'utilità di questo insegnamento, ben noto agli architetti del passato, che ne trassero utili spunti di riflessione per l'affinamento di soluzioni progettuali e "astuzia del murare", i crolli strutturali sono stati addirittura sottaciuti o comunque poco documentati, rimanendo zone buie di conoscenza.

Le stesse successive opere di ricostruzione, quando hanno avuto luogo, sono state approntate all'emergenza, compromettendo a volte l'autenticità materiale e formale del documento architettonico. Eventi tragici che, oltre all'alto costo in termini di vite umane e alle inevitabili polemiche sulle responsabilità, hanno riaperto il dibattito sull'immane questione della memoria, ma anche sulle analisi delle cause dei crolli, sulle pratiche d'intervento, sulle metodiche conservative, sul ripristino e, laddove necessario, sulla ricostruzione, quasi sempre all'insegna dello slogan com'era e dov'era. Tale complessa questione si lega inevitabilmente a visioni teoriche o ideologiche generate da considerazioni inerenti agli specifici valori materiali, tipologici, storici e simbolici dell'architettura, alimentando al contempo diffusi dubbi sulla compiuta conoscenza dei manufatti e della vita degli stessi.

Questo volume si pone dunque quale occasione di confronto e riflessione sui più clamorosi episodi di crollo strutturale avvenuti tra il XVI secolo e l'età contemporanea. Nel condiviso intento di superare le tradizionali divisioni disciplinari, obiettivo comune è la redazione di una storia dei crolli, con particolare riferimento alle relative cause e alle modalità prescelte per la ricostruzione.

Si ringraziano gli amici, i colleghi e quanti hanno collaborato a questo volume. In particolare, ringraziamo Francesco Moschini, già Segretario dell'Accademia Nazionale di San Luca, per il costante interesse rivolto a questo nostro lavoro, Marco Rosario Nobile, Direttore di "Lexicon. Storie e Architettura in Sicilia e nel Mediterraneo", per aver accolto il volume quale numero speciale della rivista e le Edizioni Caracol di Palermo per la professionalità e l'inderogabile qualità editoriale.

Maria Grazia D'Amelio, Marica Forni, Nicoletta Marconi

IL VIADOTTO SUL TORRENTE POLCEVERA A GENOVA (1959-2018). CRONISTORIA DI UN CROLLO

DOI: 10.17401/lexicon.s.3-marandola

Marzia Marandola

Università Iuav di Venezia

marzia.marandola@iuav.it

Abstract

The Viaduct over the Polcevera River in Genoa (1959-2018). Chronicle of a Collapse

After the tragic collapse of a section of the viaduct on 14 August 2018, the demolition of the entire Bridge over the Polcevera River in Genoa has started. The bridge is a work of Riccardo Morandi, one of the most important bridge designers of the XX century in Italy and worldwide. The exceptionality of this work relies on the outstanding technical knowledge and engineering innovation displayed by that bridge despite the economic and political crisis affecting Italy since after the end of World War II. The ability of shaping sophisticated piece of structural engineering with a craft approach, forced by industrial underdevelopment in the Italian construction sector, is a common feature of the modus operandi of the Italian engineers at that time. The construction of the Autostrada Del Sole, the buildings for the Olympic Games of Rome 1960 and for the Exposition of Turin 1961, are eloquent examples of such approach. The fame of these unique architectural or infrastructural products is due to their originality and technical audacity despite the use of traditional construction techniques. We, therefore, need to investigate in depth the story behind these masterpieces in order to preserve them as pieces of our recent heritage.

Sadly, many of these infrastructures suffer today of severe degradation, showing signs of materials decay. These unexpected ageing manifestations are due to several factors: the pioneering design principles of the structures, the level of air-pollution that lately has become particularly aggressive, the traffic conditions overtaking the past structural loads, and the lack of adequate maintenance.

Following the tragic event in Genoa, newspapers in Italy have blamed the structural designer conveying a wrong message throwing unfounded accuses against the project and Morandi himself. For this reason today is important to retrace and narrate the epic history behind the technical development of this innovative masterpiece giving back the right credit to the designer. The project started in 1959 when Anas launched a national competition by invitation for the 24th lot of the Genoa-Savona motorway. 2400-meter-long, it included even the viaduct on the river Polcevera.

The competition documents define road layout and sections. Instead, the position of the viaduct pylons is determined by the dense urbanization in the underlying area and, above all, by the presence of a railway park, whose functioning must be guaranteed.

Keywords

Construction, Viaduct, Riccardo Morandi, Reinforced Concrete.

Nel 2009 pubblicai un volume che illustrava le modalità costruttive ricorrenti nelle opere in precompresso, il loro funzionamento statico e gli esiti progettuali in alcuni capolavori della costruzione in Italia¹. Il saggio prendeva le mosse dalle origini del cemento armato precompresso e ne illustrava la diffusione in Italia, senza assoggettarsi alla sequenza cronologica, ma piuttosto dando voce e figura alle potenzialità tecniche ed espressive che il nuovo materiale aveva offerto al mondo della costruzione. La base di questo studio era la ricerca che avevo condotto negli anni del dottorato alla facoltà di Ingegneria di Roma Tor Vergata sulla vastissima produzione di Riccardo Morandi (1902-1989), uno dei geni della grande stagione dell'ingegneria italiana del Novecento. Le sue sorprendenti sperimentazioni applicate all'uso del cemento armato precompresso negli anni Cinquanta mi aprirono un universo costruttivo ed espressivo strabiliante. L'ambizione del volume mirava a introdurre professionisti e lettori appassionati alle tappe fondamentali che hanno cadenzato l'ascesa di questa nuova tecnica costruttiva in cemento precompresso e della sua straordinaria versatilità plastica e formale. Una selezione di dieci casi studio, dove la costruzione configura

una perfetta fusione di qualità formale e di sapienza tecnica, illustrava concretamente il mio assunto. Non proponevo pertanto un semplice catalogo di opere italiane in precompresso, ma una selezione attentamente mirata di costruzioni nelle quali la volontà estetica soprintendeva all'elaborazione del progetto costruttivo: dove progettisti di dirompente talento architettonico hanno scelto – tra le numerose soluzioni tecniche possibili – quella più conforme al loro obiettivo formale, senza tralasciare l'esattezza costruttiva e la pienezza funzionale. L'eccezionalità di queste opere dell'ingegneria italiana attestava la volontà di mostrare come l'Italia, sconfitta e impoverita dal secondo conflitto mondiale – arretrata industrialmente e tecnologicamente, dotata di cantieri ancora artigianali e tradizionali –, ha dato prova di intraprendenza imprenditoriale e sapienza tecnica tali da approdare a risultati magistrali. Alcune scelte politiche epocali in particolare crearono le premesse per una sperimentazione diffusa e audace: in primo luogo la costruzione dell'Autostrada del Sole (1956-64); le opere per le Olimpiadi di Roma del 1960; l'Esposizione di Torino del 1961 per il centenario dell'Unità d'Italia.

Queste opportunità, perseguite con cantieri artigianali e "arretrati" hanno prodotto architetture esemplari e di stupefacenti originalità e audacia costruttiva. Opere che è imperativo conoscere, non solo per apprendere lezioni fondative del costruire, ma anche per mantenerle e conservarle adeguatamente. Già da allora infatti era evidente che molte opere, soprattutto infrastrutturali, soffrivano di un ineludibile degrado e di ammaloramenti diversi, dovuti sia all'inadeguata manutenzione che alla loro natura sperimentale e pionieristica che, soprattutto, all'ambiente fisico divenuto progressivamente sempre più aggressivo sotto il profilo dell'inquinamento e a condizioni di traffico divenute decisamente esorbitanti rispetto a quelle di progetto.

Scrivevo nel 2009:

«Si tratta dunque spesso di opere a rischio, come dimostra il caso eclatante del viadotto del Polcevera, che periodicamente è minacciato di demolizione dall'ANAS a causa della sua sopravvenuta inadeguatezza al traffico attuale e delle difficoltà di manutenzione e monitoraggio, ma che in realtà viene periodicamente rappazzato – pur in assenza di un progetto definito e globale di intervento di salvaguardia –, per cui occorre una conoscenza allo stato attuale del tutto inesistente»².



Fig. 1. M. Marandola, *La costruzione in precompresso. Conoscere per recuperare il patrimonio italiano, IlSole24Ore, 2009, copertina.*

Al viadotto del Polcevera era dedicata la copertina del libro, proprio a sottolineare quanto esso materializzasse l'esempio paradigmatico di una struttura in precompresso da monitorare, un caso emblematico da preservare con cura, un autentico capolavoro che saldava nell'eleganza formale e nell'economia costruttiva la forza dell'ingegneria con la grazia dell'architettura [fig. 1]. Dopo il traumatico crollo di un tratto del viadotto, avvenuto il 14 agosto 2018, sono intervenuta con un ruolo che mai avrei immaginato di vestire: "difendere" il capolavoro di un grande Maestro qual è stato Morandi, tra i più geniali progettisti di ponti del Novecento, in Italia e nel mondo³.

In quei giorni di lutto e di sgomento i giornali e le televisioni hanno divulgato informazioni distorte e tendenziose, accuse infondate al progettista e a un progetto, la cui storia ha una dimensione epica che deve essere conosciuta e rammentata.

Nei ponti Morandi esprime al meglio il suo estro architettonico e il suo genio di strutturista, come non mancò di sottolineare il grande critico Bruno Zevi nelle pagine dell'*Espresso*, definendolo il *Le Corbusier su quattro ruote*⁴. L'associazione tra Morandi e i ponti è talmente familiare ai contemporanei del grande ingegnere, che Gio Ponti, ammirato degli slanciati viadotti costruiti dal collega nell'autostrada ligure, schizza i profili di sette di essi e li allega a una lettera, inviata a Morandi (8 giugno 1954), tanto singolare quanto eloquente per l'ammirazione che manifesta. La sommessa e sintetica risposta dell'ingegnere, che conferma la paternità di quattro dei ponti abbozzati dall'architetto milanese, ben rappresenta il compassato ritengo che ha contrassegnato l'avventura umana e progettuale di Morandi⁵.

Le opere più strabilianti di Morandi si identificano con le audaci, aeree strutture di ponti: dai progetti sperimentali di piccola luce in cemento armato precompresso degli anni '50, al ponte ad arco sul Fiumarella a Catanzaro (1958-61), per culminare nel magnifico e colossale ponte sulla laguna di Maracaibo (1957-62) in Venezuela, che consacra Morandi a livello internazionale. Mentre è in completamento il ponte venezuelano, Morandi elabora il progetto di un arditissimo viadotto sulla valle genovese del Polcevera, nel tracciato dell'autostrada Genova-Savona, che sarà per più aspetti debitore del ponte di Maracaibo.

La vicenda è avviata nel 1959 quando l'Anas (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade Statali) bandisce un appalto-concorso nazionale a inviti per il 24° lotto dell'autostrada Genova-Savona che, lungo 2400 metri, comprende, tra le altre opere, il gigantesco viadotto sul Polcevera⁶.

Il bando definisce il tracciato e la sagoma tipo delle sezioni stradali; determina la posizione delle pile d'appoggio del viadotto, obbligata dalla fitta urbanizzazione dell'area sottostante, e soprattutto dalla presenza di un nevralgico parco ferroviario, cui deve essere garantita continuità di funzionamento. Pertanto, non è ammesso l'inserimento di qualsiasi elemento, opere provvisorie comprese, che intralci o modifichi il sedime ferroviario. Massima libertà viene invece lasciata sulla scelta del tipo e del materiale costruttivo, anche se l'impiego di strutture metalliche deve essere circoscritto esclusivamente al tratto sovrastante i parchi ferroviari. Su 45 imprese invitate, solo 7 aderiscono. Si aggiudica l'appalto nel 1961 la Società Italiana

per le Condotte d'Acqua di Roma con il progetto di Morandi in collaborazione con l'ingegnere Claudio Cherubini. Il 11 luglio 1961 iniziano i lavori. Il progetto garantisce la costruzione del viadotto senza intralci di nessun genere al sottostante traffico ferroviario, che in effetti si svolgerà normalmente, senza interruzioni durante l'intera durata del cantiere [fig. 2].

Sotto il profilo ingegneristico l'opera è una sfida titanica: creare un nastro filante sulla città, un'acrobatica struttura plastica che volteggia su Genova. Il viadotto, alto 40 metri sul parco ferroviario, sviluppa una lunghezza di circa 1100 metri, la larghezza dell'impalcato, dove si affiancano due corsie, raggiunge i 18 metri [fig. 3].

Morandi elabora un progetto dotato di una mirabile potenza scultorea confrontabile con quella del ponte di Maracaibo, ma perseguita in condizioni cantieristiche e costruttive proibitive. Il viadotto si slancia con una formidabile traiettoria dinamica sull'anonima zona industriale delle golene del Polcevera, imprimendo al paesaggio una fantasmagoria futuristica. Morandi commenterà il risultato con parole illuminate: «Oggi il ponte di Maracaibo non mi soddisfa più. Nel viadotto di Polcevera c'è secondo me un progresso, una armonizzazione più profonda, un colloquio più preciso tra opera e paesaggio, colloquio che è fatto di assonanze e dissonanze»⁷.

Il viadotto, realizzato interamente in cemento armato e cemento armato precompresso, si compone di due parti distinte: una parte, a campate minori, è costituita da una serie di sette pile a V, la scansione delle luci delle quali è condizionata dalla trama di strade e di insediamenti industriali sottostanti. Tale sistema a cavalletto, utilizzato per le luci minori, è formato da quattro elementi a V, di sezione variabile, ancorati alla zattera di fondazione: essi sono paralleli e collegati tra di loro a due quote intermedie, oltre che in sommità, da una travata a doppio sbalzo di lunghezza variabile, costituita da sei nervature, anch'esse a sezione variabile, raccordate trasversalmente. Questo sistema è particolarmente adatto a un'area densamente urbanizzata: la pila d'appoggio, infatti, necessita di uno spazio esiguo, mentre la travata, essendo di lunghezza variabile, si adatta alle diverse circostanze [fig. 4].

Una seconda parte del viadotto, quella più sperimentale e innovativa, è costituita da tre sistemi bilanciati, allestiti per le grandi campate (la maggiore è di ben 207 metri), necessarie per sovrappassare i parchi ferroviari del Campasso e di piazza d'Armi, oltre che l'alveo del torrente Polcevera. Due dei tre sistemi bilanciati sono identici, mentre il terzo, verso Genova,

non è un vero e proprio sistema bilanciato: i tiranti, infatti, da un lato sono ancorati al trasverso della travata, e dall'altro sono annegati all'interno di un blocco di calcestruzzo, ammorzato al muro di scarpa [fig. 5].

Il sistema bilanciato conferisce immediata riconoscibilità al viadotto ed è un segno identificativo dell'opera di Morandi; esso poggia su una zattera di fondazione ed è composto da due dispositivi distinti e indipendenti. Il primo è un cavalletto, impalcato da quattro telai paralleli a H, con le aste verticali divaricate; i telai sono collegati, oltre che alla base, tramite trasversali orizzontali e, in sommità, dalla travata d'impalcato stradale [fig. 6].

Il secondo sistema è formato da un'antenna alta circa 90 metri, composta da quattro aste snelle e rastremate, a coppie convergenti in sommità - come delle A -, collegate da una

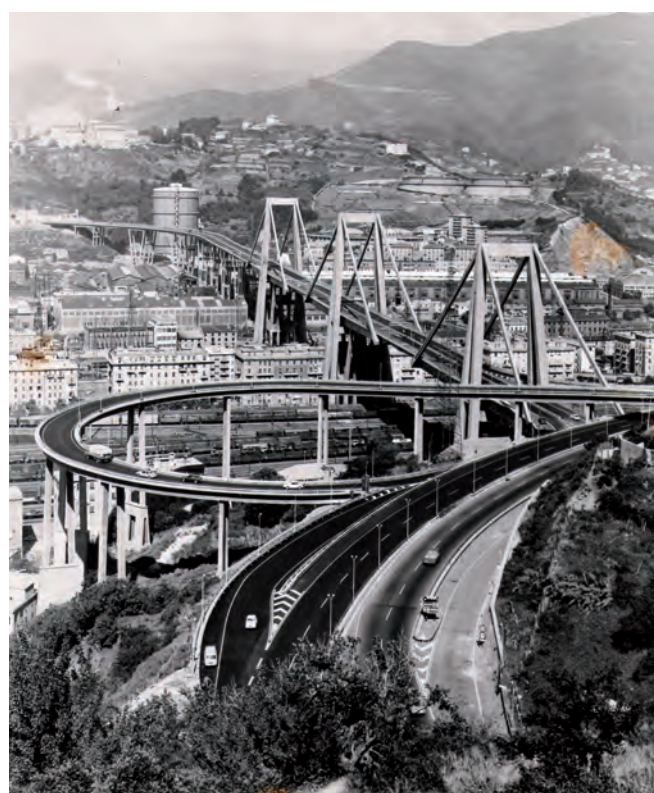


Fig. 2. Morandi, vista generale del viadotto del Polcevera (1960-67) per l'autostrada Genova-Savona. Inaugurato il 4 settembre 1967 (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

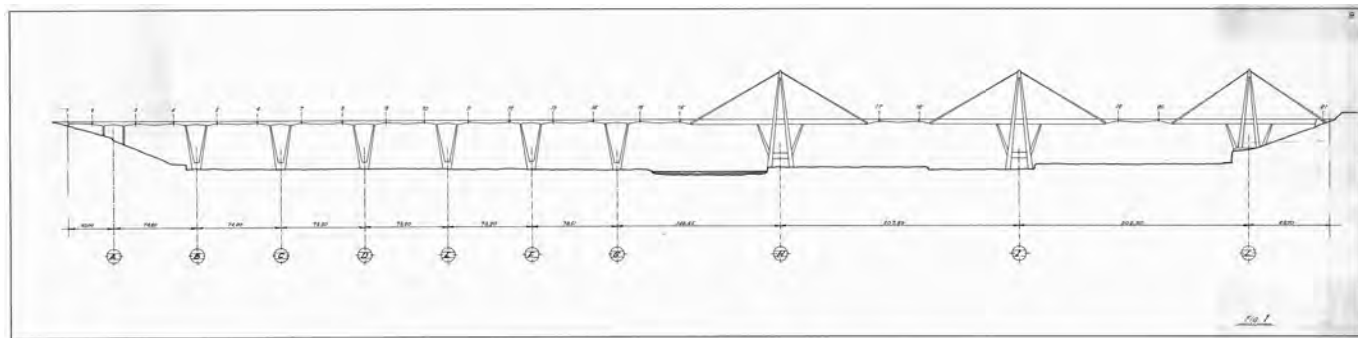


Fig. 3. R. Morandi, profilo del viadotto (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

massiccia trave e da trasversi di irrigidimento, disposti a formare un telaio. L'antenna e il sistema cavalletto-travata sono costruttivamente indipendenti tra loro, ma interagiscono attraverso due fasci di cavi passanti al di sopra dell'antenna e ancorati a traversi inglobati al corpo della travata. I cavi in acciaio sono ricoperti da una guaina in calcestruzzo che rende omogenee le diverse componenti della struttura. La travata d'impalcato è in calcestruzzo precompresso, di tipo cellulare



Fig. 4. R. Morandi, una delle pile delle luci minori completata (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).



Fig. 5. R. Morandi, la costruzione di una delle pile d'appoggio di un sistema bilanciato (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

a 5 scomparti, formata da 6 nervature, da una soletta estradossale e una intradossale. All'interno della travata i nodi di attacco dei tiranti sono irrigiditi da due massicci trasversi in cemento armato precompresso, che assicurano i tiranti senza provocare pericolosi effetti torsionali nella campata. I diversi elementi d'appoggio, che coprono luci di ampiezza variabile, trovano una logica comune nell'uso di travate prefabbricate, tra pila e pila, tutte di 36 metri, varate con un carroponte appositamente progettato. [figg. 7-8]

In definitiva: sono i cavalletti, e non le travate, ad assorbire le differenze di luce, grazie a un segmento di travata incorporato. Sotto il profilo statico il sistema bilanciato è costituito da una travata continua di tre luci su quattro appoggi con due sbalzi finali, all'estremità dei quali, con vincolo di semplice appoggio, si inseriscono le travi prefabbricate di 36 metri. I due appoggi centrali della travata sono definiti dalle estremità inclinate del sostegno ad H, mentre i due appoggi esterni sono i punti di attacco di un doppio sistema di tiranti che scavalcano l'antenna. I tiranti sono formati da fasci di trefoli di acciaio che vanno da un trasverso all'altro della travata, ammorstandosi alla sommità dell'antenna, su una sella in lamiera all'interno del getto di calcestruzzo.

Mentre le pile a V (di quella che abbiamo chiamato prima parte) sono state costruite con tecniche tradizionali, i sistemi bilanciati hanno richiesto un complesso iter costruttivo, che merita di essere ripercorso, condizionato dalla necessità di costruire il viadotto senza appoggio a terra e di garantire la massima sicurezza all'area sottostante [fig. 9].

Non ci soffermeremo sulle tecniche costruttive dell'antenna ad A e del cavalletto ad H, che rispondono a prassi di cantiere convenzionali, per analizzare invece l'aspetto più innovativo e interessante dell'opera, che coincide con la messa a punto delle parti di travata che sporgono dal cavalletto ad H. Ognuna di esse è suddivisa in 13 porzioni successive (dette concetti) della lunghezza di 5,13 m. Una coppia di speciali carrelloni mobili su rotaie, poggiando sulla parte di campata già realizzata, si muove contemporaneamente e simmetricamente - in modo bilanciato appunto - rispetto al piano verticale fino al bordo delle due estremità. I carrelloni sono dotati di una testa sporgente con una gabbia metallica, entro cui si svolgono tutte le fasi di armatura e di getto di ogni concio. Terminato il getto contemporaneo dei primi due concetti, atteso l'indurimento prima di spostare la cassaforma, essi vengono collegati tramite cavi provvisori ad altissima resistenza, opportunamente pretesi, passanti al di sopra della campata. Allo stesso modo si prosegue con la costruzione della campata in moduli di 5,13 m, fino ad arrivare al concio contenente il trasverso, poiché una volta terminato il trasverso, i cavi provvisori di sostegno vengono sostituiti con quelli definitivi ancorati ai trasversi e al vertice dell'antenna. La costruzione delle porzioni di campata rimanenti, ossia i due sbalzi, prosegue con lo stesso metodo. Terminata la campata, resta da completare la guaina di rivestimento dei cavi pretesi, anch'essa realizzata per concetti (3 m) utilizzando i cavi stessi come appoggio per le casseforme. Quando è completata la guaina, escluso il tratto in adiacenza alla campata, i cavi sono ancora liberi di scorrere all'interno: essi sono stati pretesi in modo da

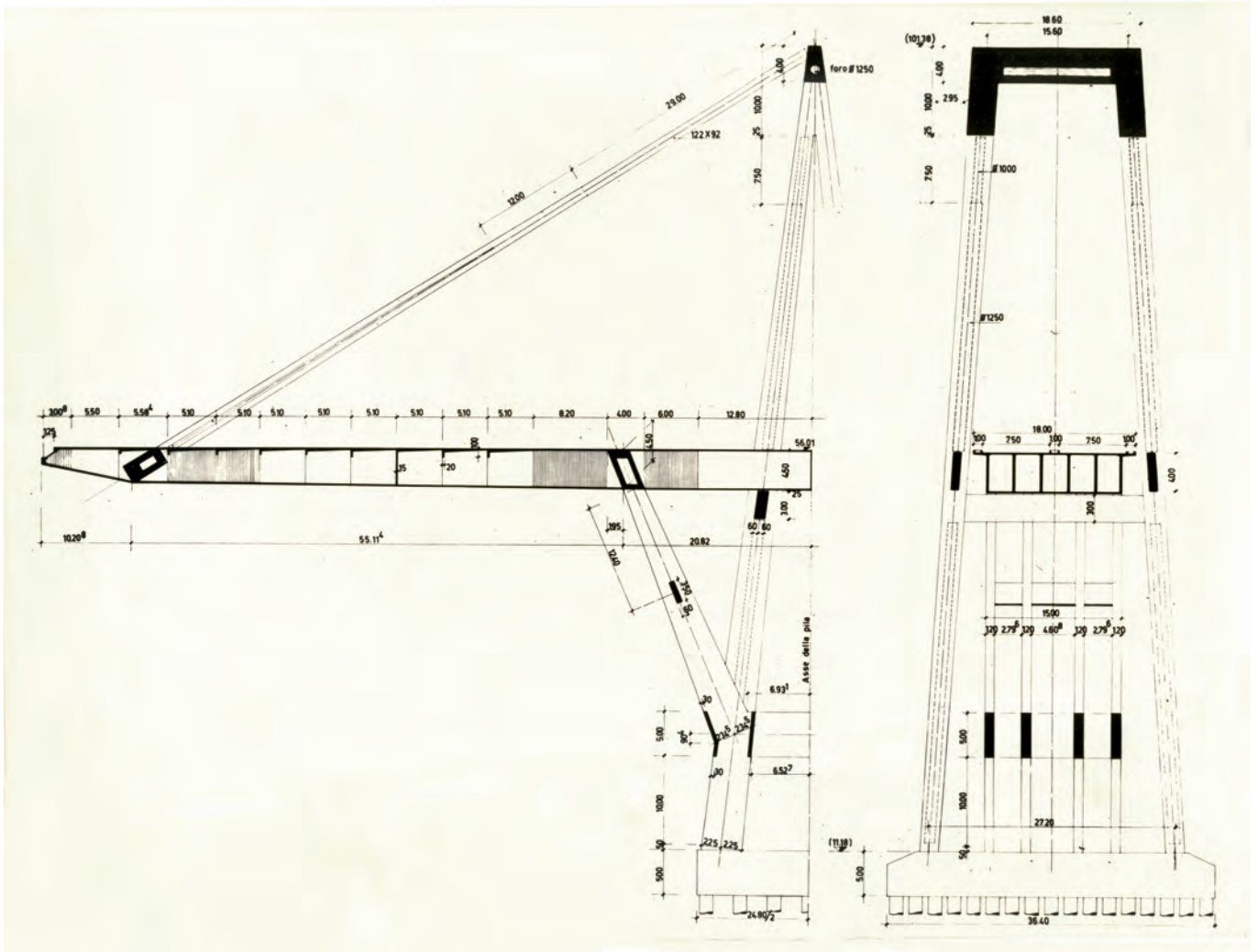


Fig. 6. R. Morandi, sezione longitudinale e trasversale del sistema bilancia (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).



Fig. 7. R. Morandi, le pile di sostegno dei sistemi bilanciati in costruzione, visti dal parco ferroviario del Campasso (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

risultare, con solo il carico permanente, in uno stato di equilibrio statico. All'interno della guaina vengono disposti altri cavi, paralleli ai cavi principali, necessari alla precompressione di essa, effettuata – con brevetto Morandi – in modo che al passaggio dei carichi accidentali nei tiranti si determini una decompressione, ma mai un pericoloso sforzo di trazione. Ultimata la guaina, con iniezioni di malta di cemento si saldano i cavi alla guaina cementizia e in questa fase il sistema



Fig. 8. R. Morandi, le pile di appoggio delle campate di luce minore con il varo di una trave prefabbricata (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).



Fig. 9. R. Morandi, una serie di pile di appoggio delle campate di luce minore (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

complesso, fatto di tanti elementi, diventa un unico, sorprendente organismo omogeneo [fig. 10].

Di questa soluzione omogenea Morandi vanta soprattutto i pregi delle guaine precomprese che, in assenza di fessurazioni, proteggono l'acciaio dei cavi da lesioni e attacchi atmosferici; esse inoltre attenuano l'oscillazione dei cavi, riducono il fenomeno di fatica dell'acciaio e limitano la libertà di movimento della trave in corrispondenza dell'attacco con il tirante. Le aspettative riposte nel tirante in calcestruzzo in realtà sono state per alcuni aspetti deluse e nel corso degli anni i tiranti hanno richiesto continui lavori di manutenzione. Dopo pochi anni dall'inaugurazione, avvenuta nel settembre 1967, lo stesso Morandi rileva alcune lesioni dovute soprattutto all'inquinamento atmosferico particolarmente aggressivo e nel 1981 predispone il risanamento, finché nei primi anni Novanta il distacco di alcune parti di calcestruzzo e la rilevazione di cavi in stato di snervamento, spezzati o molto corrosi, ha indotto la loro completa sostituzione in uno dei sistemi bilanciati. Il consolidamento, effettuato dall'ingegnere Francesco Pisani, collaboratore di Morandi dal 1961 al 1974, che sostituisce i cavi in acciaio del tirante con altri esterni stretti da cravatte metalliche al tirante cementizio, ripristina il funzionamento statico originale, ma intacca – inevitabilmente – la superba unità formale e materica dell'opera⁸. La "stravaganza" che ha contribuito alla celebrità di questa formidabile opera consiste, oltre che nella concezione costruttiva e formale, nella scelta "dissacrante" dei tiranti in calcestruzzo, seppur precompres-



Fig. 10. R. Morandi, il getto delle guaine in cemento armato pre-compresso intorno ai tiranti (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

so! Utilizzare il calcestruzzo armato, un materiale con scarsa resistenza a trazione, sottoposto a precompressione per poter reggere la trazione a cui è soggetto un tirante, rientra nell'appassionata determinazione di Morandi di dimostrare la superiorità prestazionale del calcestruzzo armato su ogni altro materiale. I tiranti della travata, che inevitabilmente richiedono l'uso dell'acciaio, il materiale più idoneo a resistere a sforzi di trazione, per Morandi necessitano comunque di un rivestimento in calcestruzzo precompresso, che serve a proteggerli, ma forse anche (se non soprattutto) a dissimularli [fig. 11].

La grande eloquenza figurativa e l'eleganza formale dell'opera morandiana hanno origine dalla volontà di comporre in unità tettonica e plastica elementi semplici e lineari, senza nulla concedere a cedimenti esornativi: aste e travate cementizie sono composte secondo un'elementare, e al tempo stesso sofisticata, giustapposizione che coniuga potenza strutturale, dinamicità e leggerezza, come mostra il viadotto genovese. L'opera sul Polcevera suscita un immediato, torrenziale consenso critico: le si riconosce il valore di straordinario intervento architettonico, conquista le copertine delle più prestigiose riviste d'architettura e di ingegneria nazionali e straniere; ma i testi di presentazione non sono mai redatti dai critici: senza eccezioni, è lo stesso Morandi chiamato ripetutamente a illustrare l'opera. E così stralci e riassunti della relazione di progetto corredano ripetutamente le strabilianti immagini del viadotto, che invadono la pubblicitaria disciplinare e affine. L'eccezionalità ingegneristica dell'opera intimidisce la critica

architettonica, che di fronte ad essa si riconosce tacitamente sprovvista di specifici, adeguati strumenti di analisi e di interpretazione, confermando la pungente e scherzosa affermazione di Morandi che interpellato, anche in questa circostanza, a commentare la sua architettura, risponde: «Sono un uomo che è entrato nel campo dell'architettura dalla porta di servizio. Ho cominciato facendo l'ingegnere; a un certo momento gli altri si sono accorti che facevo architettura»⁹.

L'originalità di questo sistema "omogeneizzato", come lo chiamava Morandi, che prevedeva il rivestimento in precompresso anche dei tiranti in acciaio, rappresentò una innovazione nel campo della costruzione, una sperimentazione che permetterà a tanti ingegneri, tecnici e teorici di comprendere il comportamento del cemento precompresso e di mettere a punto normative e sistemi di controllo per quello che era un sistema costruttivo adottato in Italia solo dal 1950 e delle cui prerogative fino allora si conosceva pochissimo. Opere sperimentali e innovative che pertanto meritano e necessitano di particolare cura e manutenzione che, come in questo caso, non sono state adeguate a garantire la sicurezza e a conservare uno dei capolavori dell'architettura del XX secolo. Dopo il crollo di una campata del viadotto, si è scelta la demolizione dell'intero viadotto ritenendolo in qualche modo il "colpevole" della tragedia. Si è cancellata l'opera costruita, nel tentativo di non lasciarne memoria, di far dimenticare le responsabilità e le cause della catastrofe, che invece sappiamo bene sono riconducibili all'incuria gestionale.

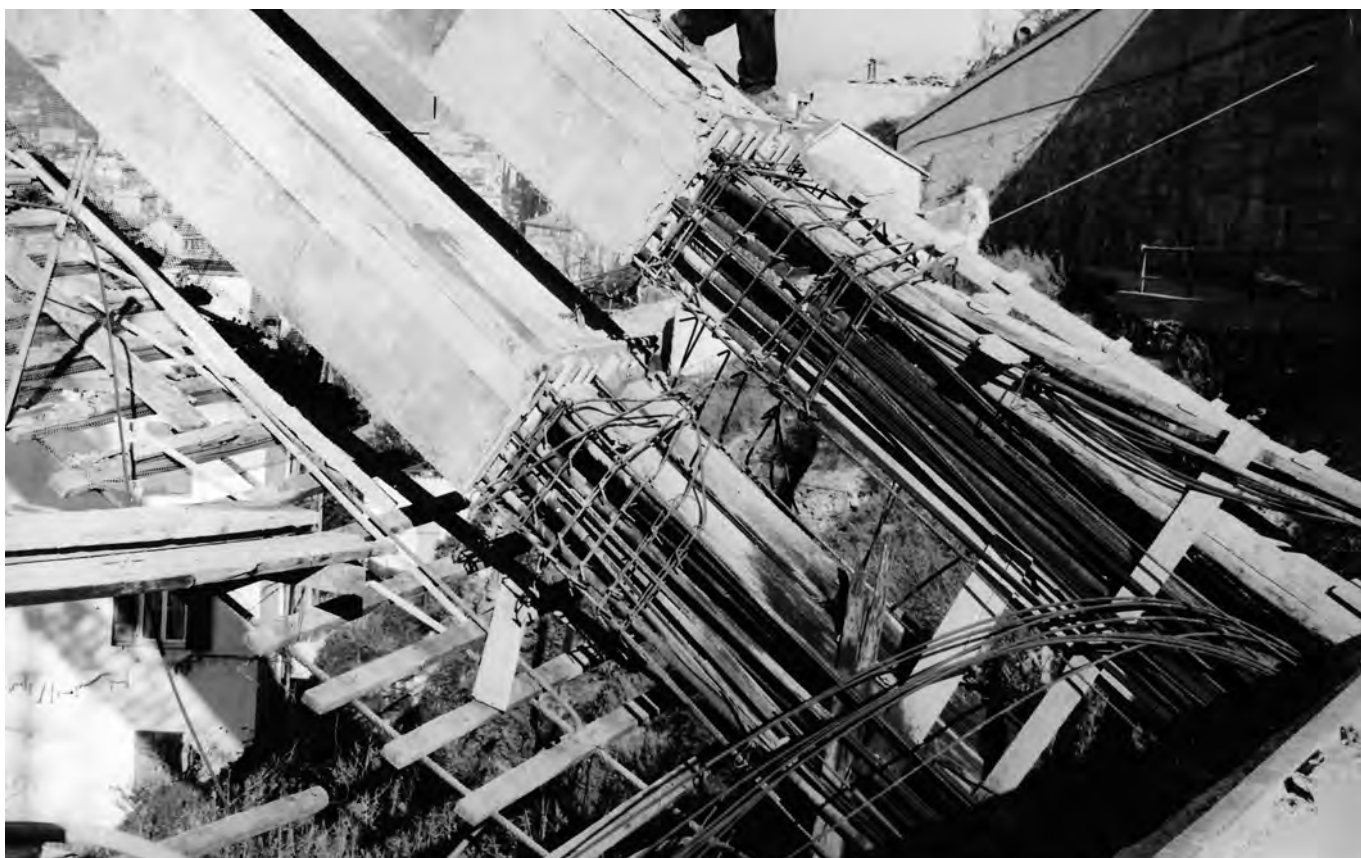


Fig. 11. R. Morandi, l'attacco dei cavi al trasverso della campata. La parte scoperta adiacente la campata sarà l'ultima a essere rivestita con la guaina in calcestruzzo armato precompresso (Archivio Centrale dello Stato, fondo Morandi).

Note

¹ M. MARANDOLA, *La costruzione in precompresso. Conoscere per recuperare il patrimonio italiano*, IlSole24Ore, 2009.

² *Ivi*, p. IX.

³ Il crollo del sistema bilanciato della pila 9 del viadotto ha causato la tragica morte di 43 persone.

⁴ B. ZEVI, *Le Corbusier su quattro ruote*, in «L'Espresso», 23, giugno 1974, pp. 94-95.

⁵ Per un approfondimento ulteriore si veda: M. MARANDOLA, *Il viadotto sul torrente Polcevera, Genova. Un volteggio sopra la città*, in «Casabella», 739-740, 2005-2006, pp. 26-35, con bibliografia.

⁶ L'opera è stata ripetutamente pubblicata; i testi fondamentali sono: R. MORANDI, *Il viadotto sul Polcevera per l'autostrada Genova-Savona* in «L'Industria Italiana del Cemento», anno XXXVII, 1967, pp. 849-872, per quanto riguarda la costruzione e per l'opera nel suo complesso Id., *Il viadotto del Polcevera*, in «Il nuovo cantiere», 8, 1967, pp. 18-21 con la cronologia. Per la bibliografia più estesa si rimanda alla scheda sul viadotto in Riccardo Morandi. *Innovazione. Tecnologia. Progetto*, a cura di G. Imbesi, M. Morandi, F. Moschini, catalogo della mostra, Gangemi, Roma 1991, pp. 349-350.

⁷ *Il capolavoro del maestro dei ponti*, in «Panorama», anno V, 74, 1967, pp. 70-71.

⁸ G. FRANCO, *Il consolidamento del Viadotto sul Polcevera*, in «do.co.mo.mo. Italia-giornale», anno VI, 9, 2001, p. 8 (con bibliografia).

⁹ Riccardo Morandi: *il ponte è una cosa meravigliosa*, in «Modo», colloquio con Claudia Donà, 51, 1982, pp. 14-18.

