

RASSEGNA DI ARCHITETTURA E URBANISTICA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

155

Dalla 16. Biennale di Architettura

Consiglio scientifico

Maria Argenti (Direttore responsabile)

Lucio Valerio Barbera

Giorgio Ciucci

Jean-Louis Cohen

Paolo Colarossi

Claudia Conforti

Umberto De Martino

Tullia Iori

Fulvio Irace

Elisabeth Kieven

Carlo Melograni

Francesco Moschini

Alessandra Muntoni

Valérie Nègre

Carlo Olmo

Elio Piroddi

Piero Ostilio Rossi

Sergio Rotondi

Comitato editoriale

Michele Costanzo

Fabio Cutroni

Paola Falini

Fabrizio Toppetti

Segreteria

Maura Percoco

Gianpaola Spirito

RASSEGNA DI ARCHITETTURA E URBANISTICA

Pubblicazione quadrimestrale della Sapienza

Università di Roma

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale

«Rassegna di Architettura e Urbanistica» è una rivista internazionale di architettura con testi in italiano o in lingua originale ed estratti in inglese.

Le proposte di pubblicazione che pervengono in redazione sono sottoposte alla valutazione del Consiglio scientifico-editoriale secondo competenze specifiche e avvalendosi di esperti esterni con il criterio della *double blind review*. La rivista adotta un proprio codice etico ispirato alle *Best Practice Guidelines for Journal Editors* (COPE).

Direzione e redazione

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale

via Eudossiana, 18 – 00184 Roma

tel. 06.44585166, tel. 06.44585187

direttore@rasssegnadiarchitettura.it

info@rasssegnadiarchitettura.it

Website

www.rasssegnadiarchitettura.it

a cura di Maria Argenti e Franco Squicciarini

Autorizzazione del Tribunale di Roma del 27-3-65

n. 10277

Centro di spesa

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale

La rivista usufruisce di un contributo annuo della

Sapienza Università di Roma

Editore

Quodlibet srl

via Giuseppe e Bartolomeo Mozzi, 23

62100 Macerata

www.quodlibet.it

ISSN 0392-8608

ISBN 978-88-229-0270-2 | e-ISBN 978-88-229-0978-7

Abbonamento annuo (3 numeri)

Italia carta € 40,00

Italia online € 20,00

Italia carta + online € 50,00

Esteri carta € 59,00

Esteri online € 20,00

Esteri carta + online € 69,00

Per abbonarsi o per acquistare fascicoli arretrati rivolgersi a Quodlibet srl, via Giuseppe e Bartolomeo Mozzi, 23, 62100 Macerata, tel. 0733.264965, ordini@quodlibet.it

*Il presente numero è a cura di
Maria Argenti e Fabrizio Toppetti*

In copertina: 16. Biennale di Venezia, Arsenale. Dorthe Mandrup A/S, *Conditions. Icefiord Centre*, Ilulissat, Groenlandia. Foto Lorenzo Zandri ZA² (elaborazione grafica).

RASSEGNA DI ARCHITETTURA E URBANISTICA

Dalla 16. Biennale di Architettura

RASSEGNA DI ARCHITETTURA E URBANISTICA

Anno LIII, numero 155, maggio-agosto 2018 | *Year LIII, number 155, May-August 2018*

Dalla 16. Biennale di Architettura | *From the 16th International Architecture Exhibition*

Sommario | Contents

Maria Argenti, Fabrizio Toppetti
Editoriale. *Connecting the Dots* |
Editorial comment. Connecting the Dots

Alberto Iacovoni
Raccontare la forma aperta | *Open Form*
Narratives 68

DIBATTITO | DEBATE

A verbale con Kenneth Frampton | *On*
the Record with Kenneth Frampton
Intervista di | Interview of *Cynthia*
Davidson

Gianpaola Spirito
Atelier Peter Zumthor e RCR
Arquitectes. Spazio ai sogni | *Dream*
Space in the Installations of Atelier Peter
Zumthor and RCR Arquitectes 75

Traduzione e cura di | Translated and
edited by *Manuel Orazi*

Carlo Cellamare
Padiglione Francese. Autorganizzazione
e «luoghi infiniti» | *French Pavilion.*
Autonomy and «Infinite Places» 82

Gabriele Mastrigli
Per una Biennale critica. Modernità
e storia | *For a Critical Biennale.*
Modernity and History

Laura Andreini
Spazio libero e barriere attraversabili: i
«Soft Thresholds» di Rahul Mehrotra
| *Free Space and Barriers that Can Be*
Crossed: Rahul Mehrotra's Soft Thresholds 89

Maria Argenti
Vatican Chapels. Al posto di un
padiglione | *Vatican Chapels. In Lieu of*
a Pavilion

Emilia Rosmini, Emiliano Zandri
Freespace, un racconto illustrato |
Freespace, an Illustrated Story 97

Fabrizio Toppetti
Padiglione Italia. Un viaggio con
architetture | *The Italian Pavilion. A*
Journey with Architecture

COMMENTO | COMMENT
Tullia Iori
#pontemorandi: cronaca di un crollo
annunciato | #*morandibridge: Chronicle*
of a Crash Foretold 113

Elizabeth Bonde Hatz
Line, Light, Locus | Line, Light, Locus

English texts 117

Sergio Martín Blas
Robin Hood Gardens: casa e
monumento | *Robin Hood Gardens:*
House and Monument

Biografie degli autori | Author biographies 121

Alessandro Rocca
Pratiche dell'eccesso. Michael Maltzan,
appartamenti sociali a Los Angeles |
Excess Practices. Michael Maltzan,
Social Apartments in Los Angeles 55

Maria Clara Ghia
Padiglione Svizzero: il *sense of humor* di
un interno inverosimile | *Swiss Pavilion:*
the Sense of Humor of an Uncanny Interior 63

#pontemorandi: cronaca di un crollo annunciato

Tullia Iori

Il 14 agosto 2018 alle ore 11:36 è crollata la pila 9 del viadotto sul Polcevera di Riccardo Morandi. Il crollo, che ha coinvolto circa 240 metri di impalcato, ha causato la morte di 43 persone: per lo più ragazzi e giovani famiglie con bambini, diretti in vacanza o di ritorno, che passavano per la prima volta sul ponte, oltre ad autisti e operai che invece, come tutti i giorni, andavano a lavorare al porto o operavano nelle aziende sotto la pila. Vittime inconsapevoli del rischio che stavano correndo mentre forse altri sapevano e non li hanno fermati.

Un nuovo Vajont.

Un ponte non può crollare, non se aperto al traffico: non senza un evento imprevedibile (e viene in mente solo un terremoto fuori scala). Ci sono uffici che ne hanno in carico la responsabilità e si occupano regolarmente del suo stato di conservazione. Ci devono essere e c'erano in questo caso.

Questo disastro, segnato da così tante vittime, avrà conseguenze sulla storia dell'ingegneria strutturale italiana dei prossimi decenni.

Lo abbiamo detto tante volte su questa rivista, nei numeri dedicati all'ingegneria curati insieme a Sergio Poretti¹, e lo confermo: il viadotto sul Polcevera era un capolavoro, l'opera più originale del nostro ricco patrimonio di ponti, l'icona più famosa dell'ingegneria strutturale Made in Italy. Si trattava del primo ponte strallato «omogeneizzato», cioè il primo ponte in cui Morandi applica la sua «invenzione»²: «coinvolgere» i trefoli di acciaio degli stralli in una guaina protettiva di cemento armato precompresso, in modo da non essere mai sottoposto a trazione e quindi evitare le fessure. Ma non solo: la guaina esercita un ruolo chiave anche nel ridurre il fenomeno della fatica nei

cavi di acciaio, essendo stata concepita per collaborare alla resistenza durante il passaggio dei carichi viaggianti, anche aumentando di molto la sezione utile e quindi riducendo sensibilmente gli allungamenti dello strallo. Invenzione maturata nel progetto per il viadotto sulla laguna di Maracaibo ma non messa in atto nel cantiere venezuelano ma poi sperimentata, in piccola scala, in una struttura coeva al ponte di Genova: la copertura dell'aviorimessa Alitalia per l'aeroporto di Fiumicino, molto meno ardita e senza carichi viaggianti.

Dunque un ponte prezioso: un'opera d'arte simbolica della rinascita dell'Italia dopo la seconda guerra mondiale, capace di sintetizzare il successo delle strutture italiane negli anni del boom economico. D'altronde Riccardo Morandi è stato il progettista di ponti più bravo di tutti, senza paragoni possibili in Italia e con pochi rivali nel mondo. Ha progettato circa 200 ponti e viadotti, in gran parte nel nostro territorio e molti all'estero, introducendo innovazioni che hanno consentito progressi enormi alla scuola italiana di ingegneria.

E il crollo non è certo colpa di Morandi: non ha sbagliato i calcoli e non ha mal interpretato la concezione strutturale: tra l'altro queste accuse avrebbero potuto avere senso se il ponte fosse crollato dopo qualche mese dall'inaugurazione, non dopo 51 anni di servizio. E allora, che cosa è successo?

Intanto, cominciamo a capire come è crollata la pila 9, e di conseguenza le due travate gerber simmetriche, lunghe ciascuna 36 metri, che sosteneva. È solo un'ipotesi, naturalmente, plausibile con la posizione delle macerie, ma per la cui verifica sarà necessario attendere la conclusione delle indagini.

Immaginiamo che si sia rotto per primo uno dei 4 tiranti del sistema strallato simmetrico, lato mare: si sono rotti cioè tutti i 464 cavi di acciaio ad altissima resistenza del diametro di 1/2 pollice che costituivano l'anima portante dei trefoli dello strallo, coinvolti nella guaina di calcestruzzo, di 98 × 122 centimetri, pre-compresso da 112 di questi cavi.

Il tirante ormai rotto si è sfilato dalla cima dell'antenna, essendo continuo, provocando la rottura anche del secondo strallo lato mare. L'impalcato, alto 4 metri, ha cominciato a torcersi, facendo presumibilmente mancare l'appoggio alle due travi gerber simmetriche, che sono precipitate per 45 metri sul parco ferroviario e sugli edifici sottostanti. Gli altri due stralli, sollecitati in modo fortissimo e anomalo, si sono ritorti e poi strappati: di nuovo, una prima dell'altro, provocando il crollo parziale della trave continua dell'impalcato, quella a sbalzo, e il ribaltamento della parte appoggiata sui piloni a H tra le antenne. Prima di sfilarsi, e quindi provocare il crollo del resto dell'impalcato, il tirante ha fatto in tempo a trascinare con sé l'antenna, alta 90 metri, però solo la parte lato mare, che è quindi crollata lungo la direzione del viadotto coinvolgendo anche parte del traverso di collegamento delle due A. L'altra antenna, dopo una breve, forte oscillazione, è invece crollata in avanti, verso il mare, ortogonalmente al viadotto, posandosi sulle macerie dei piloni a H. La dinamica è così terrificante che nemmeno in un film catastrofico il regista avrebbe potuto immaginarla.

Tutto è dunque probabilmente partito dal cedimento dello strallo: ma perché 431 centimetri quadrati di acciaio ad altissima resistenza hanno ceduto? Ecco, qui i dati diffusi ancora non ci consentono ipotesi credibili.

Possiamo però dire alcune cose. Nel 1979 Morandi stesso, al convegno IABSE di Zurigo³, racconta di un importante intervento manutentivo. Durante uno dei controlli sul viadotto, ci si era infatti resi conto che, a causa dei venti marini canalizzati nella valle, l'aria densamente salina che si mescolava ai fumi nocivi delle ciminiere delle acciaierie aveva completamente corrosivo, in pochi anni, le piastre di acciaio rivestito al cadmio degli appoggi, fisso e mobile, delle gerber, che avevano dovuto essere sostituiti con piastre di acciaio inox. «Figuriamoci cosa sarebbe successo se avessimo deciso di realizzare tutto il ponte di acciaio!», aggiunge Morandi alla sua descrizione.

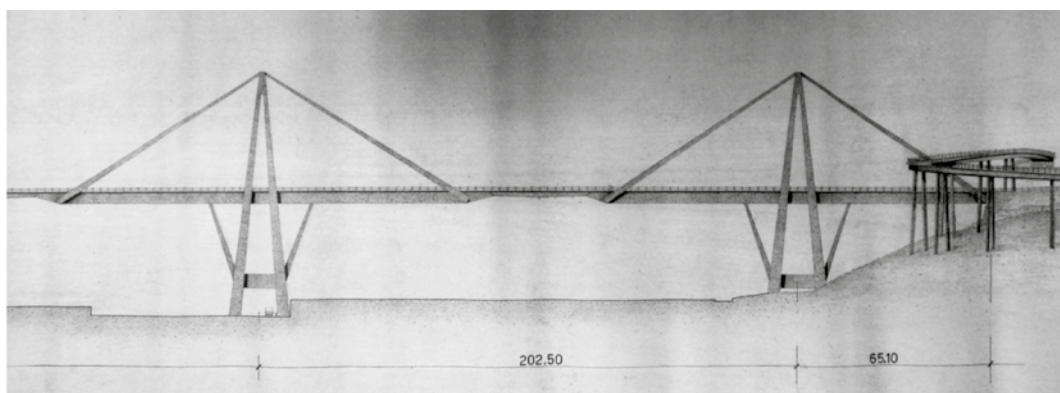
Nel 1992, poi, quando il ponte era ancora in gestione allo Stato, era stato eseguito un nuovo intervento di manutenzione maggiore agli stralli della pila 11, quella che conclude il viadotto e che pur essendo speciale nella geometria, presenta caratteristiche analoghe alla 9 e alla 10. In quegli anni esisteva, in seno alla società Autostrade, un ufficio intitolato Ricerca e Manutenzione.

L'Italia era all'avanguardia nel mondo sulla manutenzione anche perché questo ufficio sfruttava il patrimonio di ponti dello Stato, in particolare quelli sulla Transappenninica dell'Autosole, come un laboratorio a cielo aperto per comprendere il degrado dei materiali: dall'acciaio delle travi ai trefoli del cemento armato precompresso fino al cemento armato ordinario. E la ricerca era fondamentale per anticipare e prevenire i problemi.

Così, durante l'ispezione periodica del viadotto sul Polcevera, era emerso che all'attacco di uno degli stralli con il trasverso tra le antenne, un «vuoto» nel calcestruzzo (forse creatosi già in fase di costruzione o in seguito) aveva lasciato scoperta parte dei trefoli da 1/2 pollice, favorendone la corrosione. Immediato era scattato il controllo a tappeto, sia sul calcestruzzo che sui trefoli, con ispezioni endoscopiche e riflettometriche. Alla fine era emersa la necessità di un restauro generale delle tre pile a cavalletto bilanciato e di un intervento più drastico sulla pila 11. Solo l'esigenza di non interrompere il traffico aveva guidato i progettisti verso la soluzione «rudimentale» di disattivare i cavi interni alla guaina di cemento armato precompresso, sostituiti con nuovi cavi esterni, contemporaneamente sui quattro stralli della pila⁴. Nell'ambito del restauro più generale, ai trefoli degli stralli delle altre pile, la 10 e la 9, erano stati apposti dei sensori che si basavano su tecniche riflettometriche. I sensori erano posizionati all'estremità inferiore dello strallo, dove cioè si collega all'impalcato: inviando un impulso di corrente di breve durata e misurando il segnale riflesso dall'altra estremità, si potevano avere informazioni su eventuali anomalie (tipo, estensione, distanza), soprattutto confrontando le diverse misurazioni nel tempo. L'unica vera difficoltà connaturata nell'invenzione di Morandi, propria dell'omogeneizzazione del cavalletto strallato, cioè la difficoltà di ispezione dei trefoli coinvolti nella guaina di cemento armato precompresso, è ormai dunque risolta: i sensori, già a metà degli anni Novanta – pur an-



1. Vista del viadotto sul Polcevera. Foto Sergio Poretti.



2. Riccardo Morandi, viadotto sul Polcevera, parte del prospetto. Archivio Morandi.

cora senza internet, wi-fi e *app* – consentivano in tempo reale di valutare le prestazioni dello strallo, il suo stato di tensione e soprattutto i suoi cambiamenti nel tempo. A marzo nel 1994 l'intervento è completato e i pionieristici sensori in funzione, con i dati registrati da una stazione di controllo. E poi?

Nel 1999 la società Autostrade viene privatizzata e l'ufficio cambia denominazione, divenendo Manutenzione e investimenti in esercizio: scompare dunque la parola ricerca, che non è più al centro degli interessi della società concessionaria.

Ma soprattutto, l'attenzione si concentra sulla Gronda di ponente, cioè la variante au-

tostradale che sposterà il traffico pesante lontano dalla città: quindi lontano dal ponte, che, nella maggior parte delle ipotesi di progetto, dovrebbe essere addirittura demolito. Almeno fino a settembre del 2017, proprio quando dopo decenni di dibattiti anche pubblici, finalmente il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti approva il tracciato finale della Gronda e il relativo progetto, che esclude la demolizione del viadotto di Morandi: che quindi dovrebbe continuare a funzionare a lungo. Comincia così un percorso relativamente affannato: si incaricano consulenti esterni per capire lo stato di conservazione del ponte. Alcuni ricercatori del Politecnico di

Milano, nelle notti tra il 9 e il 13 ottobre effettuano prove dinamiche che rivelano un'anomalia nella risposta degli stralli della pila 9, in particolare quello lato mare: l'analisi si basa di fatto sul confronto tra i due sistemi bilanciati, il 9 e il 10, che pur essendo sostanzialmente identici presentano differenze di «risposta» deformativa di oltre il 10%, ritenuti meritevoli di approfondimenti di indagine.

Spea Engineering, di fatto l'ufficio tecnico di Autostrade che ha commissionato lo studio, elabora allora un progetto di intervento di retrofitting strutturale delle pile 9 e 10 del viadotto, copiando per quanto riguarda gli stralli quello già effettuato sulla pila 11 ben 25 anni prima, e prevede la contemporanea installazione di un sistema moderno di sensori di monitoraggio, oltre a molti lavori minori sul resto della struttura.

Alla relazione generale che accompagna il progetto, trasmesso il 30 ottobre al Ministero per la relativa approvazione (che lo passa al CTA del Provveditorato Interregionale alle opere pubbliche il 5 dicembre), sono allegati gli esiti di indagini riflettometriche (sorveglianza e misure) che evidenziano un lento trend di degrado dei cavi costituenti gli stralli, con riduzione d'area totale dei cavi dal 10 al 20% (che però è un dato molto anomalo, visto che non si tratta di un unico cavo, come nei ponti sospesi, ma di tanti cavi autonomi: sarebbero stati in parte non più funzionanti?). Il progetto è approvato il 1° febbraio 2018, la gara per la realizzazione dei lavori è esperita il 26 aprile e si chiude l'11 giugno, con un importo di 20 milioni di euro. I lavori sono programmati con inizio in autunno e dovrebbero durare circa 2 anni. Non si fa in tempo: la pila 9 crolla, con il suo carico di uomini e macchine.

Iniziano le indagini ma già pochi giorni dopo il disastro si decide di demolire tutto il viadotto: è una decisione insopportabile. Non solo perché il ponte è stato e resta un simbolo – e oggi ancora di più – dell'ascesa e del declino dell'ingegneria italiana e andrebbe conservato, anche in ricordo delle vittime come luogo della memoria. Ma meno poeticamente, perché il ponte sopravvissuto potrebbe essere di grande aiuto per capire lo stato di conservazione delle nostre opere pubbliche, per la gran parte come al viadotto sul Polcevera perché costruite negli anni del boom. Basti pensare che la pila 10, gemella della 9, conclusa solo pochi mesi prima dell'altra, non è solo identica per genesi

a quella crollata ma ha vissuto la stessa vita, lo stesso incremento di traffico, lo stesso degrado per fumi e sale, e soprattutto ha avuto gli stessi tipi di controlli nel tempo.

Di fatto è stata testimone oculare di un delitto e andrebbe interrogata, addirittura legittimamente torturata fino a farle raccontare tutto quello che sa. Con strumenti nuovi, magari inventati ad hoc, per capire perché il ponte appariva dalle indagini malato ma non in fin di vita, perché non ha rivelato chiaramente che andava immediatamente chiuso. E per questo non basta il solo materiale di risulta della demolizione: serve il cavalletto nella sua interezza, serve l'opera. Per provare a riportare al centro della discussione, invece che la politica, la tecnica e la ricerca. E per provare a tornare sulla scena ingegneristica internazionale mortificati, sì, per non aver saputo conservare un capolavoro e aver causato la morte di tanti innocenti, ma sicuri di aver capito tante cose dagli errori, grazie alle quali intervenire più consapevolmente sul nostro eccezionale patrimonio di ponti. Certi che quello che è successo a Genova non succederà mai più.

Note

- ¹ In particolare il più recente: «Rassegna di Architettura e Urbanistica», 148 (*La Scuola italiana di ingegneria*, a cura di T. Iori e S. Poretti), 2016.
- ² Per approfondimenti su questo tema, cfr. i volumi della serie «SIXXI. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia» e in particolare: T. Iori, S. Poretti, *Fotoromanzo SIXXI. 8. L'invenzione di Morandi*, in T. Iori, S. Poretti (a cura di), *SIXXI 4. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*, Gangemi, Roma 2017, pp. 129-155.
- ³ R. Morandi, *The Long-Term Behaviour of Viaducts Subjected to Heavy Traffic and Situated in an Aggressive Environment. The Viaduct of the Polcevera in Genoa*, Report of the IABSE Symposium, Zürich 1979, vol. 32, pp. 169-180.
- ⁴ Cfr. F. Martinez y Cabrera, G. Camomilla, M. Donferri Mitelli, F. Pisani, *Rehabilitation of the Stays of the Polcevera Viaduct*, Proceeding of the 1994 International Symposium on cable-stayed bridges, Shanghai 1994, pp. 640-665; G. Camomilla, F. Pisani, F. Martinez y Cabrera, A. Marioni, *Repair of the Stay Cables of the Polcevera Viaduct in Genoa, Italy*, in *Extending the Life Span of Structures*, Report of the IABSE Symposium, San Francisco 1995, vol. 73/1, pp. 535-540.
- ⁵ MIT, Provveditorato Interregionale delle OO.PP., Comitato Tecnico Amministrativo, «Autostrada A10 Genova-Savona, Interventi di retrofitting strutturale del Viadotto Polcevera- Progetto Esecutivo», Adunanza del 1° febbraio 2018, voto n. 2/G.