

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

Analisi strutturale del ponte in ferro di Paderno d'Adda (1889)

Abstract del Programma di Ricerca

La ricerca mira alla modellazione del comportamento strutturale del ponte in ferro di Paderno d'Adda, in relazione al suo stato di conservazione attuale, indagandone il comportamento statico e dinamico, anche in campo anelastico e a danneggiamento. La ricerca potrebbe ulteriormente estendersi alla valutazione di interventi conservativi e di restauro, in relazione alle destinazioni presenti e future ed alla tutela dell'opera.

Il ponte in ferro di Paderno d'Adda rappresenta certamente uno dei maggiori monumenti dell'ingegneria italiana in ferro dell'ottocento. Costruito tra il 1887 ed il 1889, quest'opera costituisce un'importante testimonianza del progresso raggiunto dall'industria siderurgica a servizio dell'ingegneria civile e ferroviaria sul finire del XIX secolo. Il ponte, d'uso ferroviario e stradale, rappresenta una delle prime grandi opere studiate e progettate attraverso l'applicazione dei metodi analitico-grafici, specificamente nell'uso della cosiddetta teoria dell'ellisse di elasticità, ideata da K. Culmann (1821-1881) e poi applicata sistematicamente dal suo allievo W. Ritter (1847-1906).

La ricerca intende continuare un filone di ricerca già avviato su questa tematica presso la Facoltà di Ingegneria (Dalmine) dell'Università di Bergamo, ove sono stati intrapresi in particolare:

- studio sulla concezione architettonica e strutturale dell'opera, in particolare della grande arcata metallica, culminato in una dettagliata analisi e rielaborazione della relazione di calcolo originale del ponte;
- implementazione di un modello ad elementi finiti della struttura portante verticale del ponte, ovvero dell'arcata metallica e delle pile;
- verifica dell'attendibilità del modello ad EF mediante valutazione degli spostamenti della struttura per carichi agenti confrontabili con quelli operati in fase di collaudo dell'opera.

La ricerca potrà trarre vantaggio dalla collaborazione con aziende di differenti settori interessate alle diverse problematiche presenti all'interno del respiro complessivo del progetto.

Parole chiave

Ponte in ferro; analisi strutturale FEM; sicurezza; danneggiamento; restauro.

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

RIZZI	Egidio	Professore Straordinario
(Cognome)	(Nome)	(Qualifica)

ICAR/08 Scienza delle Costruzioni	Università degli Studi di Bergamo	Progettazione e Tecnologie
(Settore scientifico-disciplinare)	(Università)	(Dipartimento)

035.205.2325	035.205.2310	egidio.rizzi@unibg.it
(Prefisso e telefono)	(Numero fax)	(Indirizzo posta elettronica)

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Egidio Rizzi è docente di Scienza delle Costruzioni presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bergamo, dal 2006 come Professore Straordinario, in precedenza, come Professore Associato, dal 2001. E' stato Ricercatore presso il Politecnico di Milano (1995-1998) e Professore Associato presso il Politecnico di Bari (1998-2001). Si è laureato, con lode, in Ingegneria Civile, Indirizzo Strutturistico, presso il Politecnico di Milano (1990). Ha successivamente conseguito il titolo di Master of Science presso CU-Boulder, Colorado, USA (1993) ed il titolo di Dottore di Ricerca presso il Politecnico di Milano (1995). Ha avuto molteplici collaborazioni di ricerca internazionali, effettuando vari soggiorni scientifici presso sedi estere, anche in qualità di visiting professor, tra cui: CU-Boulder, UPC Barcelona, INPG Grenoble, TU-BS Braunschweig. La sua attività di ricerca, svolta sia indipendentemente, sia all'interno di programmi di ricerca accademici nazionali ed internazionali e di contratti di ricerca con l'industria, ha riguardato primariamente lo sviluppo di modelli costitutivi per materiali quasi-fragili, l'analisi dei fenomeni di localizzazione delle deformazioni e la meccanica computazionale. Recentemente ha inoltre avviato, con giovani collaboratori presso l'Università di Bergamo, una serie di tematiche più marcatamente strutturali, quali le seguenti: modellazione della biomeccanica corneale in relazione agli interventi di chirurgia refrattiva; analisi strutturale di costruzioni di interesse storico e monumentale; statica degli archi in muratura mediante approcci analitici e numerici (Discrete Element Method); controllo strutturale mediante dispositivi Tuned Mass Damper (TMD) passivi; identificazione parametrica di materiali metallici mediante analisi inversa abbinata a calcolo per elementi finiti; modellazione di prove di torsione elastoplastica con valutazione dell'effetto Swift di variazione della lunghezza del provino. È coautore di una settantina di pubblicazioni, di cui oltre 20 su riviste internazionali. Ha servito come revisore per una quindicina di riviste scientifiche internazionali. Recentemente è stato responsabile, per la controparte italiana, di un progetto di ricerca internazionale tra Università di Bergamo e UPC-Barcelona (2005-2007).

Pubblicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

RIZZI E., BRESCIANINI D., SCOTTI M. (2009), On the optimal tuning of tuned mass dampers in structural systems, ECCOMAS Thematic Conference, 2nd Int. Conf. on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2009), M. Papadrakakis, N.D. Lagaros, M. Fragiadakis (Eds.), Rhodes, Greece, 22-24 June 2009, Book of Abstracts ISBN:978-960-254-682-6, p. 254; CD-ROM Proceedings, CD532, 24 pages.

FERRARI R., RIZZI E. (2008). On the theory of the ellipse of elasticity as a natural discretisation method in the design of Paderno d'Adda Bridge (Italy). In: Proceedings of the 6th International Conference on Structural Analysis of Historic Construction. Bath, UK, 2-4 July 2008, LEIDEN: BALKEMA, vol. 1, p. 583-591, ISBN/ISSN: 978-0-415-46872-5.

RIZZI E., SANGALLI S. (2007), Biomechanical Simulations of Corneal Refractive Surgery, Modelling of Heterogeneous Materials with Applications in Construction and Biomedical Engineering (MHM 2007), ECCOMAS Thematic Conference, Prague, Czech Republic, June 25-27, 2007, Eds. M. Jirásek, Z. Bittnar and H. Mang, Book+CD-ROM Proc., ISBN: 978-80-01-03762-1, p. 326-327.

RIZZI E., CAROL I. (2007). Secant stress/strain relations of orthotropic elastic damage with dual properties. ARCHIVES OF MECHANICS, vol. 59(2); p. 133-172, ISSN: 0373-2029.

CAROL I., RIZZI E., WILLAM K. (2005). An 'extended' anisotropic damage model based on Young/Poisson decomposition. In: 11th International Conference on Fracture. Torino, Italy, March 20-25, 2005, 6 pages.

RIZZI E., HÄHNER P. (2004), On the Portevin-Le Chatelier effect: theoretical modeling and numerical results, INTERNATIONAL JOURNAL OF PLASTICITY, 20(1), p. 121-165, 2003.

RIZZI E., CAROL I. (2003). Dual orthotropic damage-effect tensors with complementary structures. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE, vol. 41(13-14); p. 1445-1495, ISSN: 0020-7225.

RIZZI E., CAROL I. (2002). A formulation of anisotropic elastic damage using compact tensor formalism. JOURNAL OF ELASTICITY, vol. 64(2-3); p. 85-109, ISSN: 0374-3535.

LORET B., RIZZI E., ZERFA Z. (2001), Relations between drained and undrained moduli in anisotropic elastic fluid-saturated porous media, JOURNAL OF THE MECHANICS AND PHYSICS OF SOLIDS, 49(11), p. 2593-2619.

RIZZI E., PAPA E., CORIGLIANO A. (2000), Mechanical behavior of a syntactic foam: experiments and modeling, INTERNATIONAL JOURNAL OF SOLIDS AND STRUCTURES, 37(40), p. 5773-5794.

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

- | | | | | |
|----|---|--------------------------|---|---|
| 1) | CARDACI
(Cognome) | Alessio
(Nome) | Ricercatore
(Qualifica) | |
| | ICAR/17 Disegno
(Settore scientifico-disciplinare) | | 035.205.2369
(Prefisso e telefono) | alessio.cardaci@unibg.it
(Indirizzo posta elettronica) |
| 2) | FERRARI
(Cognome) | Rosalba
(Nome) | Studente di Dottorato di Ricerca
(Qualifica) | |
| | ICAR/08 Scienza delle Costruzioni
(Settore scientifico-disciplinare) | | 035.205.2325
(Prefisso e telefono) | rosalba.ferrari@unibg.it
(Indirizzo posta elettronica) |
| 3) | GAMBIRASIO
(Cognome) | Luca
(Nome) | Studente di Dottorato di Ricerca
(Qualifica) | |
| | ICAR/08 Scienza delle Costruzioni
(Settore scientifico-disciplinare) | | 035.205.2325
(Prefisso e telefono) | lucagambirasio@yahoo.it
(Indirizzo posta elettronica) |
| 4) | FACHERIS
(Cognome) | Mattia
(Nome) | Laureato in Ingegneria Edile
(Qualifica) | |
| | ICAR/08 Scienza delle Costruzioni
(Settore scientifico-disciplinare) | | 035.205.2325
(Prefisso e telefono) | mattiabg@email.it
(Indirizzo posta elettronica) |

Obiettivi del Programma di Ricerca

La ricerca persegue due principali obiettivi:

- offrire un valido e concreto contributo ad una descrizione scientificamente attendibile dello stato attuale dell'opera oggetto di studio;
- destare interesse sull'estremo valore dell'opera e contribuire al dibattito relativo alle sue destinazioni presenti e future;
- rendere l'opera un soggetto sperimentale per studi di approfondimento in materie di interesse, volti a costituire e caratterizzare la formazione scientifica e culturale del candidato inerenti la meccanica dei materiali e delle strutture.

Questi studi potrebbero ambire a fornire un'analisi completa della struttura del ponte, finalizzata a determinarne il limite di sicurezza in previsione di determinate condizioni di carico e quindi le sue potenzialità in termini prestazionali.

La Ricerca potrà essere articolata nello svolgimento dei seguenti punti fondamentali:

- costituzione di un modello ad EF completo del ponte;
- analisi strutturale in campo anelastico e a danneggiamento fondata sullo sviluppo di algoritmi computazionali;
- analisi della risposta dinamica della struttura, lineare o non lineare con metodi matematici analitico/numerici;
- valutazione dello stato di danneggiamento localizzato e complessivo dell'opera;
- studio di eventuali scenari futuri di destinazione dell'opera e analisi di possibili interventi conservativi o di restauro mediante tecnologie innovative.

Il ponte di Paderno è un'opera monumentale, imponente, bella. Offre un collegamento importante, ferroviario e automobilistico, tra le province di Lecco e Bergamo. Data l'importanza dei transiti in loco e la sempre più ingente necessità di ottimizzare la rete dei trasporti lombardi, si può presumere prossima la necessità di dover decidere sui suoi destini futuri. In tale prospettiva, risulterebbe utile aver maturato riguardo quest'opera un'adeguata conoscenza, al fine di poterne decidere il futuro con coscienza razionale.

Riferimenti:

- [1] Società Nazionale delle Officine di Savigliano, *Viadotto di Paderno sull'Adda (ferrovia Ponte S. Pietro-Seregno)*, Torino, Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, 1889.
- [2] V. Nascè, A.M. Zorgno, C. Bertolini, V.I. Carbone, G. Pistone, R. Roccati, *Il ponte di Paderno: storia e struttura. Conservazione dell'architettura in ferro*, Restauro, Anno XIII, n. 73-74, 1984.
- [3] R. Ferrari, *Sulla concezione strutturale ottocentesca del ponte in ferro di Paderno d'Adda*, Laurea Thesis in Building Engineering, Advisor E. Rizzi, Università di Bergamo, Facoltà di Ingegneria, I-24044 Dalmine (BG), Italy, 228 pages, December 2006.
- [4] R. Ferrari, E. Rizzi, *On the theory of the ellipse of elasticity as a natural discretization method in the design of Paderno d'Adda Bridge (Italy)*, in Proc. of "VI International Conference on Structural Analysis of Historic Construction" – SAHC08, Bath, UK, 2-4 July 2008, Vol. 1, p. 583-591, 2008.
- [5] R. Ferrari, *Analisi strutturale degli elementi portanti del ponte di Paderno d'Adda*, Laurea Thesis in Building Engineering (Master level), Advisor E. Rizzi, Università di Bergamo, Facoltà di Ingegneria, I-24044 Dalmine (BG), Italy, 108 pages, September 2009.
- [6] M. Facheris, *Analisi morfologica e modellazione per elementi finiti della pila sull'arco del ponte di Paderno d'Adda*, Laurea Thesis in Building Engineering, Advisor E. Rizzi, Co-Advisor R. Ferrari, Università di Bergamo, Facoltà di Ingegneria, I-24044 Dalmine (BG), Italy, 125 pages, September 2009.