

# CURRICULUM VITAE

## Prof. Domenico Liberatore

### Luogo e data di nascita

Roma, 31/12/1957.

### Laurea

Ingegneria Civile Edile, *con lode*, 19/07/1982, presso “Sapienza” Università di Roma.

### Posizioni lavorative

- dal 08/01/92 al 31/10/98: RICERCATORE presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata;
- dal 01/11/98 al 31/10/01: PROFESSORE ASSOCIATO di *Tecnica delle Costruzioni* presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata;
- dal 01/11/01 al 31/10/08: PROFESSORE ORDINARIO di *Tecnica delle Costruzioni* presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata;
- dal 01/11/08: PROFESSORE ORDINARIO di *Tecnica delle Costruzioni* presso la Facoltà di Architettura di “Sapienza” Università di Roma.

### Attività istituzionale

- dal 11/02 al 02/07 DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata dell’Università della Basilicata;
- dal 02/07 al 10/08 DIRETTORE DEL LABORATORIO Materiali e Strutture del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata dell’Università della Basilicata.

### Attività didattica

- a.a. '91-'92 ... '97-'98: in qualità di Ricercatore, seminari ed esami nel corso di *Progetto di Strutture* presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata.
- a.a. '98-'99 ... '00-'01: in qualità di Professore Associato, docente del corso *Progetto di Strutture* presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata.
- a.a. '01-'02 ... '08-'09: in qualità di Professore Ordinario, docente dei corsi *Progetto di Strutture* e *Riabilitazione Strutturale* presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università della Basilicata.
- a.a. '08-'09 ... presente: in qualità di Professore Ordinario, docente del *Laboratorio di Progettazione Strutturale* presso la Facoltà di Architettura di “Sapienza” Università di Roma.
- a.a. '11-'12 ... presente: in qualità di Professore Ordinario, docente del corso *Riabilitazione Strutturale di Costruzioni in Muratura* presso la Facoltà di Ingegneria di “Sapienza” Università di Roma.

### Altre attività didattiche

Lezioni a invito e conferenze in numerosi corsi di specializzazione e aggiornamento per ingegneri e architetti.

### Attività scientifica

L'attività di ricerca è relativa all'Ingegneria Strutturale, all'Ingegneria Sismica e alla Riabilitazione Strutturale. Essa si basa sia su elaborazioni teoriche e numeriche, sia su prove sperimentali.

#### *Valutazione e riabilitazione strutturale di costruzioni in muratura*

Le problematiche relative ai modelli di calcolo per gli edifici in muratura in zona sismica sono tuttora aperte, e in particolare rimane aperta l'esigenza di un modello che coniughi all'accuratezza un ridotto onere computazionale. Per questa ragione il Prof. Domenico Liberatore ha sviluppato un elemento finito di tipo tensionale per l'analisi dei pannelli murari basato sull'ipotesi di assenza di resistenza a trazione e caratterizzato da un campo di tensione a ventaglio multiplo. È sufficiente un solo elemento per rappresentare un singolo pannello murario, con considerevole riduzione dei costi di calcolo. Sebbene l'elemento sia di tipo tensionale, l'utilizzazione del teorema di minimo dell'energia complementare totale consente di esprimere il campo tensionale all'interno dell'elemento in termini di spostamenti e rotazioni delle facce d'estremità, sicché l'elemento è facilmente inseribile in codici di calcolo basati sul metodo degli spostamenti. Confronti con risultati sia numerici che sperimentali hanno incoraggiato l'utilizzazione dell'elemento finito descritto.

Successivamente è stata presentata un'evoluzione di tale elemento finito avente per obiettivo la riduzione dei costi computazionali a esso connessi ed una comprensione più sintetica del suo comportamento. Ciò è stato ottenuto per mezzo di un'analisi parametrica della risposta dell'elemento a ventaglio multiplo a differenti stati di deformazione impressa, giungendo a definire una funzione interpolatrice dell'energia. La derivazione, in forma analitica, di tale funzione ha permesso di ricavare le forze e le rigidità dell'elemento. La correlazione tra la risposta così determinata e quella dell'elemento a ventaglio multiplo è pressoché perfetta, mentre i guadagni offerti dal nuovo elemento sono considerevoli, sia in termini di costo computazionale che di sintetica rappresentazione del comportamento.

L'esigenza di approfondire ulteriormente le verifiche sperimentali dell'elemento a ventaglio multiplo ha spinto a formulare, per tale elemento, i domini di resistenza nel piano taglio-compressione. Tali domini sono stati confrontati con quelli ottenuti col metodo della biella compressa e col metodo POR, nonché con risultati sperimentali di racking test, ottenendo risultati più soddisfacenti di entrambi i metodi citati. Una seconda serie di confronti è stata svolta con elementi finiti estensionali in grado di simulare una limitata resistenza a trazione. Tali elementi, pur presentando risultati leggermente migliori in alcuni casi (tipicamente per i pannelli a più elevata snellezza), comportano però oneri computazionali proibitivi per l'analisi di pareti o di edifici in muratura.

Un'interessante possibilità di verifica sperimentale dell'elemento proposto è stata offerta dalla prova al vero su un prototipo di edificio in muratura, svolta presso l'Università di Pavia. L'aspetto più interessante è rappresentato dal fatto che le simulazioni numeriche sono state effettuate prima della divulgazione dei risultati sperimentali, permettendo così di determinare le capacità di predizione del modello. Il confronto numerico-sperimentale ha evidenziato come il modello numerico porti a sovrastime del taglio alla base, per il drift massimo imposto, comprese tra il 20% e il 40%. Ciò è stato attribuito, oltre alla inevitabile incertezza sui parametri meccanici del modello, all'ipotesi di infinita rigidità delle facce superiore e inferiore del pannello e all'ipotesi di uguali rotazioni per i nodi di interfaccia tra i pannelli di maschio e i pannelli di fascia. La rimozione di quest'ultima ipotesi, oltre

all'adozione di un valore appropriato del modulo elastico, determinato sulla base di prove sperimentali, ha ridotto l'errore a valori compresi tra il 15% e il 18%, pienamente soddisfacenti a fronte del modesto onere computazionale associato al modello, che ne rende possibile l'impiego nella progettazione corrente.

Sono state studiate diverse ipotesi di rinforzo del prototipo. Tra i diversi interventi analizzati, solamente la precompressione dei maschi murari in direzione verticale ha fornito apprezzabili incrementi della resistenza ad azioni orizzontali. Se da un lato il particolare tipo di prova (pareti sollecitate nel proprio piano per mezzo di slitte di carico di elevata rigidità assiale) non permette di cogliere gli effetti benefici esercitati nelle situazioni reali dall'inserimento di cordoli o dalla precompressione delle fasce di piano in direzione orizzontale, dall'altro le simulazioni numeriche indicano come la precompressione verticale dei maschi murari possa rappresentare una valida alternativa a tecniche di maggiore invasività, quali le iniezioni delle pareti.

Sono stati effettuati confronti dell'elemento a ventaglio multiplo con prove sperimentali su pannelli in muratura disponibili in letteratura. I confronti hanno permesso di confermare la bontà del modello nel cogliere la curva scheletro dei cicli d'isteresi sperimentali.

È stato sviluppato un programma di calcolo basato sull'elemento a ventaglio multiplo. Il programma permette di considerare configurazioni anche molto complesse, con solai sfalsati, fondazioni su pendii, diverse condizioni di vincolo tra solai e pareti, nonché tra pareti e pareti, dipendentemente dalla storia costruttiva, e dunque dalla presenza o meno di ammorsamenti tra corpi di fabbrica realizzati in fasi diverse. Il programma è stato applicato per l'analisi di un comparto realizzato negli anni '60 e caratterizzato dalle irregolarità sopra descritte.

Successivamente, tale programma è stato impiegato per svolgere un'analisi critica delle prescrizioni sugli edifici in muratura di nuova costruzione contenute nella normativa sismica emanata nel 1996. Un aspetto positivo dell'attuale normativa è rappresentato dalla prescrizione sull'area della sezione di muratura resistente alle azioni orizzontali, mentre la precedente normativa prescriveva di aumentare di una testa lo spessore murario passando da un piano a quello inferiore. Tra gli aspetti negativi, è emerso che la normativa fa ancora implicitamente ricorso a un modello di comportamento tipo POR, che si è dimostrato non cautelativo, anche sulla base di evidenze sperimentali. Essa, inoltre, sottovaluta l'effetto negativo esercitato da fasce di piano troppo deboli, da un'elevata snellezza globale della parete, dall'assenza di carichi verticali di solaio, specialmente ai piani alti. I risultati dell'indagine sono stati sintetizzati in proposte di miglioramento della normativa.

Nell'ambito del "Progetto Catania" del Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti, si è studiata la risposta sismica di due edifici in muratura rappresentativi di altrettante tipologie costruttive del Comune di Catania. Il primo edificio, risalente alla seconda metà del XIX secolo, presentava volte strutturali a tutti i piani ed era del tutto privo di catene. La modalità di collasso che appariva più probabile era quella del ribaltamento delle pareti al di fuori del loro piano. Al fine di determinare la vulnerabilità al ribaltamento, sono stati analizzati due montanti murari soggetti a un moto sismico della base. Successivamente, ipotizzando di impedire il ribaltamento attraverso l'introduzione di catene, si è studiata la risposta per sollecitazioni complanari alle pareti. Il secondo edificio, caratteristico dell'edilizia del secondo dopoguerra, aveva solai in c.a. collegati alla muratura tramite cordoli. Il rischio di ribaltamento poteva ritenersi trascurabile. Lo studio della risposta per sollecitazioni complanari alle pareti ha comunque evidenziato un'elevata vulnerabilità dovuta all'insufficienza degli elementi resistenti.

Sono state effettuate prove sperimentali su provini costituiti dalla muratura impiegata per la realizzazione del prototipo di Pavia. Sono state effettuate prove sui componenti, prove di compressione semplice e diagonale su pannelli, prove su carote estratte dai pannelli, prove su triplete. Tra i risultati di maggiore interesse si citano l'elevata correlazione ricavata tra la tensione tangenziale nominale di rottura dei pannelli e il modulo elastico diagonale, e l'ottima correlazione, in termini di tensione tangenziale nominale media di rottura, tra la prova su tripletta e la prova su pannello. È stata svolta un'analisi numerica sulla prova su carota con l'obiettivo di spiegare i maggiori valori di resistenza a taglio ricavati da questa prova rispetto alla prova a compressione diagonale su pannello. L'indagine ha mostrato che il carico di rottura coincide con il carico di inizio crisi solamente per coefficienti d'attrito inferiori a  $0.80 \div 0.85$ . Per coefficienti d'attrito superiori, come nel caso della muratura esaminata, si verifica inizialmente una perdita di coesione nella parte centrale del giunto che, all'aumentare del carico, si propaga verso le zone laterali fino alla rottura. La prova su carota fornisce dunque valori di resistenza a taglio significativamente superiori a quelli della prova a compressione diagonale, caratterizzata invece da una rottura improvvisa.

È stato svolto uno studio sulla risposta statica e dinamica degli archi in conci. Un aspetto cruciale dello studio dei sistemi a blocchi, tra cui ricadono gli archi in conci lapidei, è rappresentato dal modello di contatto. I modelli di contatto presenti in letteratura sono di due tipi: rigido e deformabile. Il primo, adottato nel classico studio di Housner sul rocking del blocco singolo, e ripreso da diversi autori per l'analisi dei sistemi multiblocco, ha il pregio di esprimere la dissipazione di energia attraverso il coefficiente di restituzione, che rappresenta in modo sintetico i complessi fenomeni che si verificano nell'urto tra blocco e blocco, o tra blocco e base; questo modello ha però il difetto di non essere facilmente implementabile in un codice di calcolo di tipo generale. Per questa ragione molti autori ricorrono al modello di contatto deformabile, che richiede però un'accurata calibrazione dei parametri, in particolare dello smorzamento. Nei lavori presentati è stata proposta una relazione, basata su un'estesa analisi parametrica sul rocking del blocco singolo, che lega lo smorzamento di un modello di contatto deformabile al coefficiente di restituzione. Utilizzando questa relazione risulta dunque possibile adottare il modello di contatto deformabile, senz'altro più adatto sul piano computazionale, per lo studio di sistemi multiblocco, incorporando in modo corretto l'informazione derivante dal coefficiente di restituzione. Ciò è stato fatto per studiare la risposta alle azioni sismiche di archi in conci lapidei di diversa geometria (a tutto sesto, a sesto ribassato e a sesto acuto). Dall'analisi è emersa una notevole resistenza di questo tipo di strutture, a condizione però che le imposte si muovano in modo solidale con il terreno. Nel caso in cui ciò non avvenga ci si aspetta una notevole riduzione della resistenza, che deve essere indagata mettendo in conto la deformabilità della struttura su cui l'arco si imposta.

È stata studiata la risposta dinamica di blocchi snelli con lo scopo di quantificare la tendenza al ribaltamento attraverso grandezze sintetiche. A tal fine, sono stati determinati, nello spazio delle fasi, i bacini di attrazione corrispondenti alla posizione non ribaltata e alle due posizioni ribaltate. Si è quindi proceduto alla formulazione di tre funzioni di ribaltamento: l'energia totale modificata, la differenza in velocità angolare e il prodotto in velocità angolare. Infine, la definizione delle tre funzioni di ribaltamento, inizialmente formulata in regime di oscillazioni libere, è stata estesa al caso di un'azione sismica.

Oltre a numerose tecniche classiche sono state discusse due tecniche innovative: la precompressione e l'isolamento alla base. Riguardo a quest'ultimo, è stata presentata una proposta di intervento per il campanile del Duomo di Melfi. L'isolamento alla base rende

inutili interventi di consolidamento sul campanile, mentre è risultato sufficiente mettere in opera trattamenti contro il degrado, blandi e compatibili con la struttura originaria.

Nel campo della diagnosi, è stato sviluppato un nuovo test penetrometrico sui giunti di malta che permette di determinare *in situ* le caratteristiche meccaniche di malte storiche attraverso la misura della penetrazione di una punta di acciaio. Sono state eseguite numerose prove su campioni sia in laboratorio che *in situ*, allo scopo di correlare il numero di colpi per millimetro di penetrazione con il coefficiente d'attrito della malta, la compressione in direzione verticale e l'altezza del giunto di malta.

È stata effettuata una classificazione tipologica dei Beni Archeologici ai fini della valutazione di sicurezza sotto azioni sismiche. Alcuni elementi costruttivi, come le colonne monolitiche isolate e le pareti isolate, possono essere assimilati a un blocco snello oscillante, la cui risposta dinamica è stata indagata sia sperimentalmente che numericamente. La sperimentazione è stata eseguita sottoponendo blocchi lapidei snelli a un moto sismico della base, realizzato tramite tavola vibrante. I risultati hanno confermato l'elevata incertezza della risposta, con particolare riferimento al ribaltamento. I coefficienti di restituzione hanno anche mostrato che l'ipotesi comunemente adottata di urto perfettamente anelastico tra blocco e base lapidea è in ottimo accordo con la media dei risultati sperimentali, ma che tuttavia è presente un'elevata dispersione attorno al valore medio, con conseguente dispersione della risposta dinamica. Il ribaltamento è risultato prevalentemente influenzato dalla larghezza del blocco, confermando l'effetto scala, mentre la snellezza non sembra giocare un effetto univoco. I risultati hanno indotto a ipotizzare che il ribaltamento sia legato all'entità del massimo spostamento spettrale in relazione alla larghezza del blocco.

Per gli aggregati complessi in muratura, è stata sviluppata una strategia d'intervento basata sul concetto di solaio deformabile, dotato di elementi deputati a impedire il ribaltamento e l'inflessione delle pareti al di fuori del loro piano. La trasmissione, alle pareti parallele alla direzione assunta per il sisma, delle forze originate dalla massa delle pareti ortogonali, che tenderebbero a ribaltare, si ottiene mediante tiranti realizzati con elementi di acciaio alloggiati nello spessore del massetto oppure all'intradosso del solaio e posti in un leggero stato di pretensione. La nuova tecnica di intervento è stata applicata nel progetto di ristrutturazione e miglioramento sismico di un comparto edilizio sito nel quartiere della Giudecca di Ortigia.

Si è indagata la problematica relativa agli interventi provvisori post-sisma, con particolare riferimento all'intervento con puntelli inclinati, che costituisce quello di gran lunga più utilizzato. Sono stati individuati gli elementi critici dell'intervento, e sono stati sviluppati due schemi statici, con la relativa tecnologia, per migliorarne l'efficacia. Le soluzioni messe a punto sono state indagate sia per via numerica che sperimentale, con prove cicliche e pseudo-dinamiche su modelli in scala reale.

Sono state effettuate indagini sulla facciata e sul rosone della Cattedrale di Troia (FG), risalente al XII secolo. La parte superiore della facciata presentava una rotazione di origine sismica attorno a una "cerniera" orizzontale passante attraverso il rosone. Di conseguenza, il rosone era fortemente danneggiato e deformato al di fuori del piano. Le indagini svolte sono state di tipo sia conoscitivo, sia diagnostico sui materiali e sugli elementi del rosone (GPR, termografia, prove soniche e ultrasoniche, vibrazioni ambientali). È stata fornita una diagnosi strutturale dei dissesti, propedeutica alla progettazione di un intervento di miglioramento.

È stata effettuata un'indagine sugli edifici in terra cruda del centro storico di Aliano. L'edilizia storica di Aliano è la testimonianza di una cultura costruttiva vernacolare

strettamente legata alle risorse del territorio. La carenza di materiali lapidei e la disponibilità di materiale argilloso ricavabile dai calanchi hanno favorito nel passato l'impiego di mattoni crudi di terra argillosa e paglia tritata, essiccati al sole. Sono state eseguite indagini di laboratorio consistenti in analisi chimiche della terra cruda, analisi geotecniche, prove di compressione e di trazione per flessione su blocchi. Le indagini *in situ* sono consistite in prove di vibrazione ambientale, prove soniche su pareti, prove penetrometriche su giunti di malta, prove di compressione diagonale su pannello.

È stata effettuata una valutazione sismica delle Mura Storiche di Camerino. Le Mura sono state costruite in epoche diverse al fine di ridurre l'erosione del rilievo di arenaria sul quale il nucleo antico è stato costruito. Le mura, realizzate con mattoni o pietrame, si sviluppano per 4 km e sono alte fino a 26 m. Il lavoro ha descritto uno schema di prioritizzazione in 3 passi per la valutazione sismica. Nel primo passo è stato introdotto un indice di vulnerabilità, basato su 5 fattori principali, al fine di selezionare le porzioni delle Mura a rischio più elevato, sulle quali eseguire prove *in situ* e analisi più dettagliate. Nel secondo passo è stato valutato il comportamento delle Mura tramite analisi cinematiche lineari e non lineari con un modello di corpo rigido per descrivere il ribaltamento d'insieme. La porzione delle Mura risultata insicura è stata analizzata nel terzo passo tramite analisi dinamiche non lineari incrementali, determinando le zone dove sono richiesti interventi di messa in sicurezza.

#### *Vulnerabilità delle costruzioni, classificazione tipologica e rischio sismico*

Il terremoto del 23/11/80 ha evidenziato l'importanza delle problematiche del rischio sismico e in particolare di quelle che riguardano più da vicino l'Ingegneria Strutturale, ossia la vulnerabilità degli edifici esistenti in muratura e in RC, e le possibili strategie d'intervento per l'adeguamento antisismico.

La base dati relativa a circa 38000 edifici danneggiati, raccolta dopo il terremoto irpino, ha permesso di ricavare, attraverso una lunga serie di elaborazioni statistiche, alcuni strumenti essenziali alla valutazione della vulnerabilità. Il principale obiettivo da conseguire era la definizione delle matrici di probabilità di danno, la cui conoscenza è premessa indispensabile a un'analisi costi-benefici, e, dunque, alla messa a punto di una strategia d'intervento. Per il conseguimento di tale obiettivo è stato necessario definire l'intensità sismica in ogni comune oggetto dell'indagine. Le difficoltà di applicazione di qualsiasi scala macrosismica hanno aperto il problema dell'adattamento di tali scale, e in particolare della MSK-76, alla situazione italiana. Per risolvere tale problema si è applicato un metodo statistico, basato sulla massimizzazione di un'opportuna funzione di verosimiglianza, appositamente sviluppato ed implementato in un programma di calcolo. Successivamente il metodo è stato sviluppato ulteriormente, mettendo a punto una serie di test statistici per la verifica delle varie ipotesi che ne sono alla base. Infine, a completamento dell'indagine, è stata esaminata la sensitività della classificazione per intensità delle unità territoriali e per classi di resistenza delle tipologie edilizie rispetto alle possibili ipotesi. I risultati hanno evidenziato l'importanza degli effetti di amplificazione locale e, soprattutto, la necessità di rendere quanto più obiettive possibili le valutazioni macrosismiche attraverso un rilievo sistematico dei danni e l'adozione di tecniche statistiche di inferenza, nonché la necessità di definire una scala più "ingegneristica" di quelle attuali. In questa linea è stato proposto un metodo statistico, basato sui procedimenti adottati in operazioni di controllo di qualità della produzione, per la valutazione rapida e quanto più obiettiva dell'intensità sismica a partire dai danni prodotti dal terremoto.

Il danno sofferto dal patrimonio culturale della Regione Basilicata a seguito del terremoto dell'Irpinia 1980 è stato rilevato, pochi mesi dopo l'evento, attraverso una scheda appositamente messa a punto. Le oltre 600 schede cartacee, relative ad altrettanti monumenti, custodite presso la Soprintendenza di Potenza, sono state trasferite su supporto informatico nell'ambito del Progetto GNDT-SAVE. I principali tipi di monumento sono: chiese, palazzi, conventi, cappelle. Il database così ottenuto ha permesso di determinare le matrici di probabilità di danno delle chiese e dei palazzi. Queste sono state confrontate con le matrici ricavate per le chiese colpite dal terremoto di Umbria-Marche 1997 e le matrici relative all'edilizia ordinaria.

Successivamente ai terremoti del 7-11/5/84 il Prof. Domenico Liberatore ha collaborato all'elaborazione dei dati per la determinazione dei costi di intervento. L'ampliamento della base dati del terremoto dell'80 con quella relativa ai terremoti dell'84 ha permesso di verificare la validità dell'approccio utilizzato per la determinazione delle matrici di probabilità di danno e dell'intensità sismica, e di consolidare i risultati ottenuti riapplicando il metodo precedentemente proposto alla base dati ampliata.

La necessità di ottenere definizioni più dettagliate e con minore dispersione statistica ha indotto il Prof. Domenico Liberatore a occuparsi dei metodi di valutazione della vulnerabilità basati sulla individuazione delle caratteristiche strutturali "significative" (ossia che influenzano maggiormente il comportamento sismico) del singolo edificio. Il punto cruciale di tale metodo risiede nella valutazione dell'importanza reciproca delle caratteristiche considerate e, dunque, nella calibrazione dei coefficienti di combinazione. La problematica è dunque completamente diversa da quella affrontata per la determinazione delle matrici di probabilità di danno. La disponibilità di una base dati sufficientemente estesa (3000 edifici), raccolta mediante schede sugli edifici di Pozzuoli a seguito dei terremoti del 1983, ha permesso di mettere a punto una serie di metodi statistici basati sull'analisi di regressione multivariata con l'uso di variabili di comodo, e sull'analisi della correlazione canonica, metodi che hanno permesso di massimizzare la correlazione tra vulnerabilità calcolata e danno riscontrato, di determinare le caratteristiche strutturali più importanti, di definire un indice di danno "ottimale", di confrontare i due approcci per le valutazioni di vulnerabilità. Quest'ultimo confronto ha permesso di stabilire i meriti reciproci dei due approcci e, soprattutto, la necessità di selezionare altre caratteristiche strutturali significative per una determinazione della vulnerabilità che abbia effettivamente carattere puntuale.

È stata effettuata una revisione critica sistematica degli approcci proposti per la valutazione della vulnerabilità. Il confronto è stato svolto con riferimento alla loro utilizzabilità nelle analisi di rischio e nella definizione delle strategie d'intervento. Da tale analisi è scaturita una proposta metodologica unificatrice per le varie scale territoriali d'intervento.

Nell'ambito del processo di revisione della scala MSK è stata presentata una proposta di riclassificazione tipologica per gli edifici basata sui risultati delle elaborazioni descritte.

I risultati descritti sono stati applicati per la definizione delle tipologie edilizie, e delle relative matrici di probabilità di danno, degli edifici del centro storico di Benevento, nell'ambito di un più vasto programma di ricerca volto alla valutazione del rischio sismico di tale centro.

A seguito del terremoto del Molise 2002, l'Amministrazione provinciale di Potenza ha affidato al Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria dell'Università della Basilicata uno studio della vulnerabilità sismica delle scuole della Provincia. Lo studio è consistito in una valutazione di vulnerabilità degli edifici scolastici progettati senza criteri antisismici, basata sui dati tecnici disponibili presso uffici regionali,

provinciali e comunali, su un rilievo delle principali caratteristiche strutturali, sull'esame della storia sismica e su di un modello la cui complessità è commisurata al livello di conoscenza della struttura reale. Il metodo è stato discusso, evidenziandone vantaggi e limiti di applicabilità, e sono stati presentati i principali risultati ottenuti sul database raccolto, relativo a circa 80 edifici scolastici.

È stato effettuato uno studio sulla valutazione del rischio sismico che grava sul patrimonio immobiliare e tecnologico del Gruppo Telecom Italia. Le caratteristiche strutturali degli edifici in esame sono alquanto differenti da quelle degli edifici ordinari, e inoltre tali edifici rivestono importanza strategica nell'immediato post-evento. Ciò ha orientato verso l'adozione di un metodo meccanico che tenesse in conto le caratteristiche peculiari di ciascun edificio. I dati per la valutazione sono stati raccolti tramite una scheda derivata dalla scheda AeDES, con l'aggiunta di ulteriori specifiche per una caratterizzazione strutturale più precisa. A partire dai dati rilevati con la scheda, è stata effettuata una progettazione simulata sulla base della normativa vigente all'epoca della realizzazione e degli standard costruttivi Telecom. La valutazione è stata effettuata tramite un modello meccanico precedentemente sviluppato, e opportunamente integrato per tenere in conto i nuclei scala e ascensore. Sulla base delle PGA degli stati limite di danno limitato e danno severo, sono state calcolate le curve di fragilità e, considerando la pericolosità sismica al sito, sono state determinate le probabilità annue di accadimento dei diversi livelli di danno e i coefficienti di perdita annui medi.

#### *Problemi progettuali e interazione treno-binario-struttura nei ponti ferroviari*

Lo sviluppo, in Europa e in Giappone, dei sistemi ferroviari ad alta velocità come alternativi, sulle medie distanze, al trasporto aereo, ha posto una serie di problemi relativi al comportamento dinamico delle opere d'arte. In particolare, occorre una valutazione della freccia verticale ammissibile per gli impalcati di ponti e viadotti da utilizzare in fase di progetto; tale valutazione doveva scaturire da un'indagine sul sistema treno-binario-struttura e doveva garantire l'assenza di fenomeni di risonanza (o comunque di amplificazione dinamica non accettabile) nella struttura, la sicurezza di marcia dei veicoli rispetto al rischio del deragliamento, e il comfort dei passeggeri, espresso in termini di accelerazioni dei veicoli. Tale studio è stato svolto nell'ambito di una consulenza scientifica per conto delle Ferrovie dello Stato Italiane ed ha compreso: un'analisi bibliografica, la messa a punto di un metodo e di un codice di calcolo per l'analisi dell'interazione treno-binario-struttura, l'esecuzione di analisi parametriche per la struttura e per i veicoli, e la conseguente valutazione della freccia ammissibile per gli impalcati da ponte.

Riguardo all'aspetto più qualificante, dal punto di vista scientifico, della ricerca, e cioè all'analisi dell'interazione treno-binario-struttura, si osserva che per ottenere una corretta valutazione di tutti i parametri in gioco occorre tenere conto della variabilità di configurazione che il sistema treno-binario-struttura presenta durante il fenomeno dinamico. La soluzione è stata individuata nel concetto di Sottostuttura Variabile nel Tempo (TVS), ideato e sviluppato nel corso di quest'indagine e applicato a un ponte in acciaio sottoposto a prove sperimentali di transito di convogli ad alta velocità. Le TVS vengono utilizzate per rappresentare l'accoppiamento, variabile nel tempo, tra gli assi del convoglio e il binario. L'adozione di TVS presenta alcuni vantaggi rispetto ai metodi convenzionali di analisi dell'interazione treno-binario-struttura: le TVS sono facilmente inseribili in un codice di calcolo ad elementi finiti, conservano la simmetria delle equazioni del moto con considerevoli risparmi computazionali, e sono in grado di tenere conto al loro

interno delle irregolarità plano-altimetriche del binario. Il codice di calcolo messo a punto per l'integrazione al passo delle equazioni del moto presenta una notevole flessibilità per la modellazione, sia in 2D che in 3D, della struttura e dei veicoli, e la sua utilizzazione ha consentito di determinare la freccia ammissibile per gli impalcati delle opere d'arte.

In seguito a questa prima ricerca, il Prof. Domenico Liberatore è stato chiamato a partecipare, in qualità di esperto invitato, ai lavori della Commissione D 190 "Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocities  $V > 160$  km/h" dello European Rail Research Institute (ERRI). Scopo dei lavori della Commissione, conclusi nel 1995, era quello di aggiornare i valori ammissibili delle frecce verticali dei ponti tenendo conto dei nuovi tipi di materiale rotabile oggi in uso sulle reti ferroviarie europee, e delle nuove tipologie di ponte, in particolare di quelle a trave continua. Lo studio ha comportato l'esecuzione di prove sperimentali su ponti ferroviari, simulazioni numeriche delle prove, prove sperimentali sul comfort dei passeggeri e analisi parametriche dell'interazione treno-binario-struttura.

Successivamente, il Prof. Domenico Liberatore è stato chiamato a partecipare ai lavori delle Commissioni D 214 e D 214.2 "Rail Bridges for Speed  $V \geq 220$  km/h. Conditions of Dynamic Deformation" dello European Rail Research Institute (ERRI). Oggetto principale dei lavori delle Commissioni era quello di studiare le condizioni di risonanza dei ponti ferroviari indotte dalla distribuzione regolare degli assi dei convogli. L'attività della Commissione è consistita in analisi numeriche e nell'esecuzione di prove sperimentali, sia in linea che su tavola vibrante, queste ultime per determinare i valori critici di accelerazione dell'impalcato che inducono la deconsolidazione del ballast. Nel corso dei lavori sono stati messi a punto metodi originali per il calcolo della risposta dinamica dei ponti ferroviari. In particolare, è stato svolto uno studio teorico delle condizioni di risonanza sotto un treno di carico periodico considerando l'interazione con i veicoli. Esso ha mostrato che, a regime, l'interazione comporta una riduzione della risposta, rispetto al classico modello a carichi viaggianti. Questa riduzione si può esprimere attraverso uno smorzamento fittizio da aggiungere alla struttura, di cui si fornisce l'espressione analitica. Gli studi delle Commissioni hanno mostrato che la verifica dinamica può condursi utilizzando dei treni "universali", tali cioè da massimizzare la risposta rispetto al materiale rotabile, sia attuale che futuro, che rispetti determinate condizioni sulla geometria degli assi, sul carico per asse, sulla lunghezza e sul peso totale del convoglio. Dal punto di vista normativo le Commissioni hanno prodotto una leaflet dell'Union Internationale des Chemins-de-fer (UIC), un paragrafo dell'Eurocodice 1 e un documento sulle Specifiche Tecniche di Interoperabilità.

Un ulteriore tema ha riguardato la progettazione di ponti ferroviari bowstring in acciaio per il superamento di luci comprese tra 70 e 120 m. Il funzionamento dei ponti bowstring è ottimale sotto i carichi permanenti, ma non sotto i carichi mobili. Inoltre, poiché il comportamento dinamico dei ponti bowstring è notevolmente diverso da quello dei ponti tradizionali con schema a trave appoggiata, perdono validità le regole semplificate di progettazione e verifica utilizzate normalmente riguardo alla fatica dei pendini e al comfort dei passeggeri. Gli studi hanno portato alla riformulazione di tali regole, e allo sviluppo di una nuova soluzione progettuale, consistente in un arco esterno collegato a due archi interni tramite pendini, finalizzata a migliorare le prestazioni nei confronti del comfort dei passeggeri.

In relazione alla sua attività scientifica il Prof. Liberatore è stato:

- Membro della Commissione per le Norme Tecniche delle Costruzioni (Sotto-Commissione Costruzioni in Muratura) del Ministero dei Lavori Pubblici dal 2012 al 2014;
- Membro del Consiglio Direttivo dell'ANIDIS (Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica) dal 2001 al 2018;
- Membro del Comitato Scientifico dei Convegni ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia" dal 2001.
- Specialista invitato della Commissione: "Permissible deflection of steel and composite bridges for velocities greater than 160 km/h" dello European Rail Research Institute;
- Specialista invitato della Commissione: "Rail bridges for speed V greater than 220 km/h – Conditions of dynamic deformation" dello European Rail Research Institute;
- Coordinatore del Progetto ReLUIIS "Definizione e sviluppo di database per la valutazione del rischio, pianificazione e gestione dell'emergenza";
- Revisore di Progetti PRIN per il MUR (Ministero dell'Università e Ricerca);
- Revisore di riviste scientifiche internazionali (Engineering Structures, Bulletin of Earthquake Engineering, International Journal of Architectural Heritage, Natural Hazards).

Pubblicazioni: più di 150 articoli pubblicati su riviste nazionali e internazionali, atti di conferenza, capitoli di libri.

Conoscenza di lingue straniere

- Inglese;
- Francese.

**PUBBLICAZIONI**

1. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Southern Italy November 23, 1980 Earthquake: A Statistical Study on Damaged Buildings and an Ensuing Review of the M.S.K.-76 Scale. Proc. of the 7<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 7, Athens, September 1982, 431-450; CNR-PFG n. 503, 1982, Rome, 65-84.
2. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Influence of Different Assumptions on the Maximum Likelihood Estimation of the Macroseismic Intensities. Proc. of the 4<sup>th</sup> International Conference on Applications of Statistics and Probability in Soil and Structural Engineering, Florence, June 1983, 119-131.
3. Braga F, Liberatore D, Dolce M. Fast and Reliable Damage Estimation for Optimal Relief Operations. Proc. of the "Conference on Earthquake Relief in Less Industrialized Areas", SIA, Zürich, March 1984, 145-151.
4. Braga F, Dolce M, Fabrizi C, Liberatore D. Interactive Building Analysis under Seismic Actions: the IBA Program. Proc. of the 1<sup>st</sup> International Conference on Engineering Software for Microcomputers, Venice, April 1984, 151-162.
5. Dolce M, Liberatore D. Modelli statistici per una scala macrosismica: analisi comparativa sui dati del terremoto del 23/11/80. Atti del 2<sup>o</sup> Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Rapallo, June 1984, 3.109-120.
6. Braga F, Dolce M, Fabrizi C, Liberatore D. IBA: Interactive Building Analysis. Structural Analysis Systems, Vol. 1, Pergamon Press, Oxford, 1985, 111-119.
7. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Statistical Analyses of Damage Data from 23.11.80 Italy Earthquake. Proc. of the USA/Italy Workshop on Damage Assessment Methodologies, Varenna, April 1985, 225-240.
8. Braga F, Dolce M, Fabrizi C, Liberatore D. Evaluation of a Conventionally Defined Vulnerability of Buildings Based on Surveyed Damage Data. Proc. of the 8<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, September 1986, 2.3/33-40.
9. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Assessment of the Relationships between Macroseismic Intensity, Type of Building and Damage, Based on the Recent Italy Earthquake Data. Proc. of the 8<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, September 1986, 3.1/39-46.
10. Liberatore D. Analisi dinamica non lineare di strutture soggette ad azione sismica. PhD Thesis, Rome, April 1987.
11. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Statistical Calibration of Second Level Seismic Vulnerability of Buildings. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Conference on Applications of Statistics and Probability in Soil and Structural Engineering, Vancouver, May 1987, 1069-1076.

12. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Seismic Vulnerability and Damage Indices by Canonical Correlation Analysis. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Conference on Applications of Statistics and Probability in Soil and Structural Engineering, Vancouver, May 1987, 1062-1068.
13. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Stato dell'arte sull'individuazione delle tipologie. Report E.N.E.A., Rome, July 1987.
14. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Rassegna critica dei metodi per la stima della vulnerabilità. Atti del 3<sup>o</sup> Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Rome, September 1987, 147-161.
15. Liberatore D. Analysis of the Interaction of Hysteretic Structure with Soil via the Hybrid Frequency-Time Domain Method. Proc. of the 9<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, August 1988, III.391-396.
16. Liberatore D. Dynamic Vehicle-Structure Interaction Analysis Based on Time-Varying Substructures. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Numerical Methods in Engineering, Vol. 1, Lausanne, September 1989, 325-330.
17. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Individuazione delle tipologie. Report E.N.E.A., Rome, September 1989.
18. Braga F, Liberatore D. Un elemento finito per l'analisi delle costruzioni in muratura soggette ad azioni sismiche. Atti del 4<sup>o</sup> Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Milan, October 1989, 674-685.
19. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Stato dell'arte sui modelli di calcolo per edifici soggetti ad azioni sismiche. Report E.N.E.A., Rome, December 1989.
20. Braga F, Dolce M, Liberatore D. Stato dell'arte sui criteri di definizione delle reti di monitoraggio. Report E.N.E.A., Rome, December 1989.
21. Braga F, Liberatore D. A Finite Element for the Analysis of the Response of Masonry Buildings under Seismic Actions. Proc. of the 5<sup>th</sup> North American Masonry Conference, Urbana, June 1990, 201-212.
22. Camomilla G, Luminari M, Nati G, Orlandini M, Braga F, Liberatore D. Progetto E.V.E.R.. Atti del XXI Convegno Nazionale Stradale, Trieste, June 1990, II.553-562.
23. Liberatore D. Calcolo strutturale mediante elaboratore. University of Basilicata, Potenza, 1990.
24. Liberatore D. Il metodo POR. Atti dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, pubbl. n. 16, Potenza, December 1990.

25. Liberatore D. Il metodo della biella compressa. Atti dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, pubbl. n. 17, Potenza, December 1990.
26. Braga F, Liberatore D. Energia potenziale elastica, forze e rigidità di un pannello non reagente a trazione. Atti dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, pubbl. n. 18, Potenza, December 1990.
27. Cocciaglia D, Colella M, Liberatore D, Traini G, Villatico-Campbell C. Analysis of the Dynamic Behavior of Train-Track-Structure Systems: the IDTBS Program. Proc. of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Traffic Effects on Structures and Environment, Nízke Tatry, April 1991, 209-216.
28. Braga F, Liberatore D, Domini di resistenza di pannelli in muratura secondo il modello del campo di tensione a ventaglio multiplo. Atti del 5° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Palermo, September 1991, 371-383.
29. Braga F, Liberatore D. Modeling of Seismic Behavior of Masonry Buildings. Proc. of the 9<sup>th</sup> International Brick/Block Masonry Conference, Berlin, October 1991, 853-860.
30. Liberatore D, Braga F, Mancinelli E, Mazzolani S. Comparison of Different Material Models in Simulating Masonry Behaviour under Horizontal Loads. Proc. of the 10<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, July 1992, 4575-4579.
31. Liberatore D. Statistical Models of Damage to Buildings and the MSK Scale. Proc. of the 10<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, luglio 1992, 6905-6906.
32. Braga F, Liberatore D, Mancinelli E. Indagine sulla risposta di pannelli in muratura: confronti tra le formulazioni tensionale ed estensionale, e valutazione dell'influenza della resistenza a trazione. Atti del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria, pubbl. n. 2/92, Potenza, October 1992.
33. Bonuccelli C, Liberatore D. Un metodo unificato per la verifica di sezioni in c.a. e c.a.p. di forma qualsiasi soggette a pressoflessione deviata. L'Industria delle Costruzioni, n. 253, November 1992, 42-52.
34. Braga F, Liberatore D. Interazione dinamica treno-binario-struttura: stato dell'arte e piano della ricerca. Ingegneria Ferroviaria, n. 12, December 1992, 683-694.
35. Liberatore D. Interazione dinamica treno-binario-struttura: il programma IDTBS. Ingegneria Ferroviaria, n. 12, December 1992, 695-700.
36. Liberatore D, Colella M, Villatico C. Interazione dinamica treno-binario-struttura: analisi parametrica della risposta strutturale. Ingegneria Ferroviaria, n. 12, December 1992, 701-711.

37. Liberatore D, Colella M, Villatico C. Interazione dinamica treno-binario-struttura: analisi parametrica della risposta dei veicoli. *Ingegneria Ferroviaria*, n. 12, December 1992, 712-720.
38. Braga F, Liberatore D, Colella M, Villatico C. Interazione dinamica treno-binario-struttura: sintesi conclusiva. *Ingegneria Ferroviaria*, n. 12, December 1992, 721-724.
39. Liberatore D, Bonuccelli C. Un metodo di progettazione ottimizzata delle armature per sezioni in c.a. di forma qualsiasi soggette a pressoflessione deviata. *L'Industria delle Costruzioni*, n. 255, January 1993, 52-57.
40. Liberatore D, Luminari M, Nati G, Orlandini M. Indagine sperimentale sugli andamenti temporali delle caratteristiche meccaniche di calcestruzzi additivati. *L'Industria Italiana del Cemento*, n. 676, April 1993, 292-298.
41. Hoffmann R, Bergander B, Clark G, Cocciaglia D, Jovicic J, Keymeulen R, Markovic M, Martin D, Slama J, Tacci G, Winand A, Streese D, Hanzély I, Liberatore D. Bridges-Vehicles-Computer Programs. European Rail Research Institute, Committee D 190, Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocitites  $V > 160$  km/h, RP 1, Utrecht, July 1993.
42. Liberatore D, Iorani M. Modellazione dei nuclei ascensore nell'analisi sismica degli edifici. *L'Industria Italiana del Cemento*, n. 688, May 1994, 362-370.
43. Hoffmann R, Bergander B, Clark G, Keymeulen R, Martin D, Winand A, Liberatore D, Remy B, Streese D, Hanzély I. Tests on Viaducts Consisting of a Series of Simply-Supported Spans. European Rail Research Institute, Committee D 190, Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocitites  $V > 160$  km/h, RP 2, Utrecht, May 1994.
44. Hoffmann R, Bergander B, Clark G, Keymeulen R, Martin D, Winand A, Liberatore D, Remy B, Streese D, Hanzély I. Results of the Dynamic Tests on Continuous-Span Bridges. European Rail Research Institute, Committee D 190, Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocitites  $V > 160$  km/h, RP 3, Utrecht, September 1994.
45. Braga F, Liberatore D, Mancinelli E. Numerical Simulation of the Experimental Test on the Brick Masonry Building Prototype at the University of Pavia through the No-Tension, Multi-Fan Panel Element. *Atti CNR-GNDT, "Experimental and Numerical Investigation on a Brick Masonry Building Prototype"*, Report 3.0, Numerical Prediction of the Experiment, January 1995, 2.1-19.
46. Braga F, Liberatore D, Mancinelli E. Valutazione dell'efficacia di differenti tecniche di rinforzo su un prototipo di edificio in muratura. *Atti del 7° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Siena, September 1995, 281-290.

47. Liberatore D, Zuccaro G. Analisi tipologica. Cap. VI of Technical Report SSN/RT/95/8. In: A. Baratta, R. Colozza, G. Zuccaro (eds.), Valutazione del rischio sismico nei centri storici. Il caso di Benevento, Rome, November 1995, 97-111.
48. Hoffmann R, Bergander B, Clark G, Keymeulen R, Martin D, Winand A, Liberatore D, Remy B, Streese D, Hanzély I. Comparison: Test/Calculation. European Rail Research Institute, Committee D 190, Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocitites  $V > 160$  km/h, RP 4, Utrecht, December 1995.
49. Hoffmann R, Bergander B, Clark G, Keymeulen R, Martin D, Winand A, Liberatore D, Remy B, Streese D, Hanzély I. Parametric Studies – Summary and Recommendations. Final Report. European Rail Research Institute, Committee D 190, Permissible Deflection of Steel and Composite Bridges for Velocitites  $V > 160$  km/h, RP 5, Utrecht, December 1995.
50. Liberatore D, Braga F, Mancinelli E. Numerical Simulation of the Experimental Behaviour of Masonry Panels and Walls under Horizontal Loads. Proc. of the 11<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, June 1996.
51. Filardi B, Liberatore D, Masi A, Nigro D. Indagine sperimentale per la valutazione della resistenza a taglio su pannelli, carote e triplette. Atti CNR-GNDT, “Experimental and Numerical Investigation on a Brick Masonry Building Prototype”, Report 6.0, June 1996.
52. Filardi B, Liberatore D, Masi A, Nigro D. Valutazione della resistenza a taglio di una tipologia muraria tramite prove su pannelli, carote e triplette. Atti del Convegno Nazionale “La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto”, Messina, September 1996, 75-84.
53. Filardi B, Liberatore D. Una nuova prova di carico per determinare la resistenza a taglio della muratura: modellazione e analisi parametrica. Atti del Convegno Nazionale “La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto”, Messina, September 1996, 65-74.
54. Dolce M, Liberatore D, Traini G. Non Linear Seismic Analysis of Railway Bridges. Proc. of the 2<sup>nd</sup> Italy-Japan Workshop on “Seismic Design and Retrofit of Bridges”, Rome, February 1997.
55. Liberatore D, Larotonda A, Dolce M. Analisi dinamica di archi in conci lapidei soggetti ad azioni sismiche. Atti del II Seminario Nazionale “Il patrimonio culturale e la questione sismica”, Rome, April 1997, 551-571.
56. Braga F, Liberatore D, Spera G. A Computer Program for the Seismic Analysis of Complex Masonry Buildings. Proc. of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Computer Methods in Structural Masonry, Pratolino, September 1997, 309-316.

57. Dolce M, Liberatore D, Traini G, Bonuccelli C, D'Angelo F, Liberatore L, Utzeri S, Analisi della risposta sismica di ponti ferroviari. Atti dell'8° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Taormina, September 1997, 425-434.
58. Braga F, Liberatore D, Spera G. Esame critico delle prescrizioni di norma per pareti in muratura soggette ad azioni sismiche. Atti dell'8° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Taormina, September 1997, 747-756.
59. Braga F, Liberatore D, Spera G. Tecniche di intervento statico sulle strutture fortificate. Atti del Convegno Internazionale di Studio "*Castra ipsa possunt et debent reparari* – Indagini conoscitive e metodologie di restauro delle strutture castellane normanno-sveve", Castello di Lagopesole, October 1997, 637-662.
60. Liberatore D, Larotonda A, Dolce M. Modelli di calcolo statici e dinamici per tipologie in conci lapidei. 3° obiettivo intermedio e rapporto conclusivo della convenzione tra il Ministero dei Beni Culturali e Ambientali e il Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'Ingegneria, Potenza, December 1997.
61. Dolce M, Liberatore D, Bonuccelli C, Traini G, Seismic Isolation of Railway Bridges. Proc. of the US-Italy Workshop on Seismic Protective Systems for Bridges, New York, April 1998.
62. Braga F, Liberatore D, Spera G. Numerical Investigation on the Effectiveness of Vertical Prestressing in Strengthening Masonry Walls. Proc. of the 11<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, Paris, September 1998.
63. Liberatore D. Dynamic interaction between Periodic Train and Bridge at Resonance. Proc. of the 4<sup>th</sup> Conference of the European Association for Structural Dynamics, Prague, June 1999, 693-698.
64. Liberatore D, Spera G. Funzioni di ribaltamento per un blocco oscillante. Atti del 9° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Turin, September 1999.
65. Liberatore D., Beolchini GC, Binda L, Gambarotta L, Magenes G. Valutazione della risposta sismica del costruito in muratura del Comune di Catania. Atti del 9° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Turin, September 1999.
66. Liberatore D, Spera G, Palermo D. Risposta sismica di edifici in muratura rappresentativi di due tipologie edilizie del Comune di Catania. Atti del 9° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Turin, September 1999.
67. Liberatore D, Spera G, Palermo D. Seismic Response of Typical Masonry Buildings in the Commune of Catania. Proc. of the 12<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, January-February 2000.
68. De Carlo G, Dolce M, Liberatore D. Influence of Soil-Structure Interaction on the Seismic Response of Bridge Piers. Proc. of the 12<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, January-February 2000.

69. Liberatore D, Spera G. Response of Slender Blocks Subjected to Seismic Motion of the Base: Description of the Experimental Investigation. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Computer Methods in Structural Masonry, Rome, 18-21 April 2001, 117-124.
70. Liberatore D, Spera G. Response of Slender Blocks Subjected to Seismic Motion of the Base: Experimental Results and Initial Numerical Analyses. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Computer Methods in Structural Masonry, Rome, 18-21 April 2001, 125-132.
71. Liberatore D, Spera G, Nigro D, D'Alessandro G. Risposta di blocchi snelli soggetti a un moto sismico alla base. Atti del 10<sup>o</sup> Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza-Matera, 9-13 September 2001.
72. Liberatore D, Spera G. Oscillazioni di blocchi snelli: valutazione sperimentale della dissipazione di energia durante gli urti. Atti del 10<sup>o</sup> Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza-Matera, 9-13 September 2001.
73. Liberatore D, Spera G, Cotugno M. A New Penetration Test on Mortar Joints. Proc. of the Workshop RILEM TC177MDT "On Site Control and Non Destructive Evaluation of Masonry Structures and Materials", Mantua, 13-14 November 2001, 191-202.
74. Liberatore D, Spera G. Una nuova filosofia di intervento per le strutture in muratura. In: Pesenti S (ed.), Il progetto di conservazione: linee metodologiche per le analisi preliminari, l'intervento, il controllo di efficacia, Alinea Editrice, Florence, 2001, 320-330.
75. Braga F, Liberatore D, Spera G. Un intervento compatibile: la precompressione verticale. In: Pesenti S (ed.), Il progetto di conservazione: linee metodologiche per le analisi preliminari, l'intervento, il controllo di efficacia, Alinea Editrice, Florence, 2001, 331-342.
76. Ramondenc Ph, Bucknall I, Di Bianco R, Frýba L, Klaver E, Liberatore D, Marvillet D, Mosca L, Nasarre y de Goicoechea J, Zacher M, Mancel F. Use of Universal Trains for the Dynamic Design of Railway Bridges. European Rail Research Institute, Committee D 214.2, RP 1, Utrecht, April 2002.
77. Liberatore D, Spera G, D'Alessandro G, Nigro D. Rocking of Slender Blocks Subjected to Seismic Motion of the Base. Atti della 12<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, London, 9-13 September 2002, paper n. 760.
78. Liberatore D, Spera G, D'Alessandro G, Nigro D. Oscillazioni di blocchi snelli soggetti ad azioni sismiche. Atti del Workshop "Danneggiamento, conservazione e manutenzione di strutture murarie e lignee: diagnosi e modellazione con riferimento alle tipologie costruttive e edilizie", Milan, 16-17 January 2003, 119-128.

79. Liberatore D, Spera G, Cotugno M. Una nuova prova penetrometrica sui giunti di malta. Atti del Workshop "Danneggiamento, conservazione e manutenzione di strutture murarie e lignee: diagnosi e modellazione con riferimento alle tipologie costruttive e edilizie", Milan, 16-17 January 2003, 169-178.
80. Liberatore D, Spera G, Claps A, Larotonda A. The Italian Archaeological Heritage: A Classification of Types from the Point of View of Protection against Earthquakes. Proc. of the 1<sup>st</sup> International Congress on Construction History, Madrid, 20-24 January 2003.
81. Braga F, Liberatore D, Nisticò N, Rubeo M, Giangrande C, Tisalvi M. Bowstring Bridges for High-Speed Railway Transportation. Proc. of the IABSE Symposium "Structures for High Speed Railway Transportation", Antwerpen, 27-29 August 2003.
82. Dolce M, Liberatore D, Perillo G, Spera G. Sistemi di puntellamento a presidio di strutture murarie: analisi numeriche. Atti dell'11° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genoa, 25-29 January 2004.
83. Liberatore D, Spera G, Racina V. Una prova penetrometrica per valutare le caratteristiche della malta: prime calibrazioni. Atti dell'11° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genoa, 25-29 January 2004.
84. Liberatore D, Perillo G, Spera G. L'intervento a solai deformabili per il miglioramento sismico di strutture in muratura. Atti dell'11° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genoa, 25-29 January 2004.
85. Dolce M, Masi A, Moroni C, Liberatore D, Laterza M, Ponzo F, Cacosso A, D'Alessandro G, Faggella M, Gigliotti R, Perillo G, Samela L, Santarsiero G, Spera G, Suanno P, Vona M. Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici scolastici della Provincia di Potenza. Atti dell'11° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia", Genoa, 25-29 January 2004.
86. Liberatore L, Decanini LD, Liberatore D. Seismic Lateral Deformation and Energy Demands in Bare and Infilled RC Frames. Proc. of the 13<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, 1-6 August 2004, paper n. 7007.
87. Liberatore D, Spera G, Perillo G. La riabilitazione strutturale di aggregati edilizi murari con solai flessibili in zona sismica. Atti del Workshop "Dalla conoscenza e dalla caratterizzazione dei materiali e degli elementi dell'edilizia storica in muratura ai provvedimenti compatibili di consolidamento", Milan, 16-17 December 2004, 143-152.
88. Liberatore D, Spera G, Racina V. Calibrazione sperimentale della prova penetrometrica sui giunti di malta. Atti del Workshop "Dalla conoscenza e dalla caratterizzazione dei materiali e degli elementi dell'edilizia storica in muratura ai provvedimenti compatibili di consolidamento", Milan, 16-17 December 2004, 189-197.

89. Liberatore D, Spera G, Pacifico S. Damage Probability Matrices of the Architectural Heritage of Basilicata (Italy). Proc. of the 1<sup>st</sup> European Conference on Earthquake Engineering and Seismology – 1<sup>st</sup> ECEES, Geneva, 3-8 September 2006, paper n. 1511.
90. Liberatore D, Spera G, Mucciarelli M, Masini N, Calia A, Capriuoli A, Racina V, Nuzzo L, Rizzo E, Binda L, Cantini L. The Façade and the Rose-Window of Troia Cathedral (Apulia, Italy). Proc. of the Conference “Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC 2006”, New Delhi, 6-8 November 2006, paper n. 1983, 1998-2004.
91. Liberatore D, Spera G, Mucciarelli M, Gallipoli MR, Santarsiero D, Tancredi C, Masini N, Racina V, Capriuoli A, Cividini A, Tedeschi C. Typological and Experimental Investigation on the Adobe Buildings of Aliano (Basilicata, Italy). Proc. of the Conference “Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC 2006”, New Delhi, 6-8 November 2006, paper n. 845, 851-858.
92. Braga F, Monti G, Liberatore D, Scalora G. Survey and Restoration: the Case of the Block between Vicolo II and Vicolo III at the Giudecca of Ortigia, Sicily. Proc. of the Conference “Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC 2006”, New Delhi, 6-8 November 2006, paper n. 1685, 1697-1705.
93. Liberatore D, Iaria M, Spera G. Risposta dinamica di macroelementi murari sotto azioni sismiche. Atti del Workshop “Sicurezza e conservazione degli edifici storici in funzione delle tipologie edilizie, della concezione costruttiva e dei materiali”, Milan, 18-19 December 2006, 125-138.
94. Liberatore D, Cera R, Perillo G, Spera G, Mazzei F. Vulnerabilità e rischio sismico delle sedi strategiche del Gruppo Telecom Italia. Atti del 12° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Pisa, 10-14 June 2007, paper n. 421.
95. Goretti A, De Matteis U, Liberatore D. Analisi sismica delle Mura Storiche di Camerino. Atti del 12° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Pisa, 10-14 June 2007, paper n. 169.
96. Liberatore D, Spera G, D’Alessandro G. Ribaltamento di blocchi snelli oscillanti soggetti a un moto sismico alla base. Proc. of the Workshop on Design for Rehabilitation of Masonry Structures – WONDERmasonry 2, Lacco Ameno, 11-12 October 2007.
97. Russo A, Gargano MP, Di Giuseppe H, Mucciarelli M, Bianca M, Liberatore D, Iaria M. Dalla villa dei *Bruttii Praesentes* alla proprietà imperiale. Il complesso archeologico di Marsicovetere – Barricelle (PZ). *Siris*, 8, 2007, 81-119.
98. Liberatore D, Mucciarelli M, Gallipoli MR, Masini N. Two Applications of the HVSR Technique to Cultural Heritage and Historical Masonry. In: Mucciarelli M,

- Herak M, Cassidy J (eds.), *Increasing Seismic Safety by Combining Engineering Technologies and Seismological Data*, Springer, Dordrecht, 2009, 325-335.
99. Liberatore D, Santarsiero D. Oscillazioni di blocchi snelli sotto azione sismica: effetti del coefficiente di restituzione e della monolateralità. Atti del 13° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna, June 28 – July 2, 2009, paper S4.19.
100. Liberatore D, Martino D, Racina V. Rilevamento della vulnerabilità sismica e del danno di edifici monumentali della Basilicata. Atti del 13° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna, June 28 – July 2, 2009, paper S14.20.
101. Liberatore D, Martino D, D’Orsi L. Valutazione della vulnerabilità e stima del danno atteso di edifici ecclesiastici della Basilicata. Atti del 13° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna, June 28 – July 2, 2009, paper S14.19.
102. Liberatore D, Speranza E. Vulnerabilità delle strutture monumentali della Basilicata alla luce degli interventi realizzati a seguito del sisma 1980. Atti del 13° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna, June 28 – July 2, 2009, paper S14.21.
103. Liberatore D, Mattera M, Perillo G. Opere provvisorie post-sisma per edifici in muratura. Atti del 13° Convegno “L’Ingegneria Sismica in Italia”, Bologna, June 28 – July 2, 2009, paper SM4.2.
104. Liberatore D. Definition and Development of Databases for Risk Evaluation, Emergency Planning and Management. In: Manfredi G, Dolce M (eds.), *The State of Earthquake Engineering Research in Italy: the ReLUIS-DPC 2005-2008 Project*, Doppiavoce, Naples, 2009, 411-468.
105. Sorrentino L, Raglione E, Decanini LD, Liberatore D. Oratorio di San Giuseppe dei Minimi a L’Aquila: analisi dinamica dei meccanismi locali di collasso. Convegno Nazionale “Sicurezza e conservazione dei beni culturali colpiti da sisma. Strategie e tecniche di ricostruzione ad un anno dal terremoto abruzzese”, Venice, 8-9 April 2010, 184-193.
106. Sorrentino L, Raglione E, Decanini LD, Liberatore D. La Chiesa di S. Biagio a L’Aquila, *Arkos*, 2010, 20:67-72.
107. Nuzzo L, Calia A, Liberatore D, Masini N, Rizzo E. Integration of Ground-Penetrating Radar, Ultrasonic Tests and Infrared Thermography for the Analysis of a Precious Medieval Rose Window. *Advances in Geosciences*, 2010, 24:69-82. doi: 10.5194/adgeo-24-69-2010.
108. Masini N, Nuzzo L, Rizzo E, Liberatore D. Metodi integrati di indagine non invasiva per lo studio delle tecniche costruttive e il restauro: il caso del rosone della Cattedrale di Troia. In: D’Andria F, Malfitana D, Masini N, Scardozzi G (eds.), *Il Dialogo dei Saperi. Metodologie integrate per i Beni Culturali*, vol. I, ESI, Naples, 2010, 563-580.

109. Calia A, Liberatore D, Masini N, Racina V, Galizia A. Sviluppo di un algoritmo di correlazione tra prove penetrometriche e analisi porosimetriche delle malte: prime correlazioni. In: D'Andria F, Malfitana D, Masini N, Scardozzi G (eds.), *Il Dialogo dei Saperi. Metodologie integrate per i Beni Culturali*, vol. I, ESI, Naples, 2010, 653-670.
110. Caputo R, Hinzen K-G, Liberatore D, Schreiber S, Helly B, Tziafalias A. Quantitative Archaeoseismological Investigation of the Great Theatre of Larissa, Greece. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2011, 9:347-366. doi: 10.1007/s10518-010-9206-6.
111. Liberatore L, Decanini LD, Magenes G, Penna A, Liberatore D, Sorrentino L. Comportamento degli edifici in cemento armato ed in muratura e dei ponti in occasione del terremoto del Cile del 27 febbraio 2010. *Atti del 14° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Bari, September 18 – 22, 2011, paper n. 1187.
112. Sorrentino L, Liberatore D, Penna A, Magenes G, Decanini LD, Liberatore L. Vulnerabilità delle chiese colpite dal sisma del Cile del 2010. *Atti del 14° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Bari, September 18 – 22, 2011, paper n. 1191.
113. Sorrentino L, Ferracuti T, Liberatore D, Decanini LD. Alcune criticità nella modellazione di risposta globale e meccanismi locali in edifici sacri. L'Oratorio di San Giuseppe a L'Aquila. *Atti del 14° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Bari, September 18 – 22, 2011, paper n. 1192.
114. Maruccio C, Zhixiong C, Liberatore D, Monti G. Numerical Modelling of Masonry Buildings: Benchmarking of a Finite Element Approach. *Atti del 14° Convegno "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Bari, September 18 – 22, 2011, paper n. 1077.
115. Sorrentino L, Paviglianiti P, Liberatore D. Comportamento di un aggregato edilizio di Paganica in occasione del sisma aquilano del 2009: confronto fra due modellazioni non lineari. *Proc. of the OpenSees Days Italia*, Rome, May 24-25, 2012.
116. Liberatore L, Sorrentino L, Liberatore D. Engineering Analysis of Ground Motion Records of Chile, 2010 Earthquake. *Proc. of the 15<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, Lisbon, September 2012, paper n. 5381.
117. Sorrentino L, Ronchetti L, Raglione E, Liberatore D. Structural Analysis of Earthquake-Resistant Historical Details of L'Aquila (Central Italy) Buildings. *Proc. of the Conference "Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC 2012"*, Wrocław, October 15-17, 2012, paper n. 302.
118. Masini N, Liberatore D, Gizzi F, Leucci G, Quarta G, Persico R. Analysis of Damage and Diagnostic Investigations on Tricarico Cathedral (Italy). *Proc. of the Conference "Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC 2012"*, Wrocław, October 15-17, 2012, paper n. 330.

119. Liberatore D. Adobe Buildings. In: Decanini LD, Liberatore D, Liberatore L, Magenes G, Penna A, Sorrentino L. Report on the Maule (Chile) February 27th, 2010 Earthquake, IUSS Press, Pavia, 2012, 115-134.
120. Liberatore D, Decanini LD, Liberatore L. Bridges. In: Decanini LD, Liberatore D, Liberatore L, Magenes G, Penna A, Sorrentino L. Report on the Maule (Chile) February 27th, 2010 Earthquake, IUSS Press, Pavia, 2012, 327-365.
121. Bracchi S, da Porto F, Galasco A, Graziotti F, Liberatore D, Liberatore L, Magenes G, Mandirola M, Manzini C, Masiani R, Morandi P, Palmieri M, Penna A, Rosti A, Rota M, Sorrentino L. Comportamento degli edifici in muratura nella sequenza sismica del 2012 in Emilia. *Progettazione Sismica*, 2013, vol. 4, 141-161.
122. Liberatore L, Sorrentino L, Liberatore D, Decanini LD. Failure of Industrial Structures Induced by the Emilia (Italy) 2012 Earthquakes. *Engineering Failure Analysis*, 2013, 34:629-647. doi: 10.1016/j.engfailanal.2013.02.009.
123. Liberatore L, Sorrentino L, Liberatore D, Decanini LD. Performance of reinforced concrete residential buildings during the 2012 Emilia (Italy) Earthquakes. *Proc. of the SE-EEE Conference*, Skopje, 2013, paper n. 409.
124. Calia A, Liberatore D, Masini N. Approach to the study of conservation of historical masonry mortars by means of the correlation between porosimetry and penetrometric test. First results. *Proc. of Built Heritage 2013 Monitoring Conservation Management*, Milan, November 18-20, 2013, 1133-1140.
125. Liberatore D, Masini N. L'acciaio nel restauro: dalla diagnostica all'intervento. Caso di studio. *Proc. of the REHABEND 2014*, Santander, April 1-4, 2014, 1666-1677.
126. Liberatore D, Addessi D. A lumped plasticity equivalent beam model for the pushover analysis of masonry buildings. *Proc. of the 9<sup>th</sup> International Masonry Conference*, Guimarães, July 7-9, 2014, paper n. 1265.
127. Liberatore D, Marotta A, Sorrentino L. Estimation of clay-brick unreinforced masonry compressive strength based on mortar and unit mechanical parameters. *Proc. of the 9<sup>th</sup> International Masonry Conference*, Guimarães, July 7-9, 2014, paper n. 1400.
128. Sorrentino L, Alshawa O, Liberatore D. Observations of Out-of-plane Rocking in the Oratory of San Giuseppe dei Minimi during the 2009 L'Aquila Earthquake. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, 621:101-106. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.621.101.
129. Mucciarelli M, Liberatore D. Guest editorial: The Emilia 2012 earthquakes, Italy. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2014, 12:2111-2116. doi: 10.1007/s10518-014-9629-6.

130. Sorrentino L, Liberatore L, Decanini LD, Liberatore D. The performance of churches in the 2012 Emilia earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2014, 12:2299-2331. doi: 10.1007/s10518-013-9519-3.
131. Sorrentino L, Liberatore L, Liberatore D, Masiani R. The behaviour of vernacular buildings in the 2012 Emilia earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2014, 12:2367-2382. doi: 10.1007/s10518-013-9455-2.
132. Liberatore D, Masini N, Sorrentino L, Racina V, Frezza L, Sileo M. A static penetration test for masonry mortar. *Proc. of SAHC 2014 – 9<sup>th</sup> International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*, Mexico City, October 14-17, 2014, paper n. 06-03.
133. Gizzi FT, Masini N, Sileo M, Zotta C, Scavone M, Liberatore D, Sorrentino L, Bruno M. Building features and safeguard of church towers in Basilicata (Southern Italy). In: Rogerio-Candelera MA (ed.), *Science, Technology and Cultural Heritage*, CRC Press, 2014, 369-374.
134. Andreotti C, Liberatore D, Sorrentino L. Identifying seismic local collapse mechanisms in unreinforced masonry buildings through 3D laser scanning. *Key Engineering Materials*, 2015, 628:79-84. doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.628.79.
135. Addessi D, Liberatore D, Masiani R. Force-Based Beam FE for the Pushover Analysis of Masonry Buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 2015, 9:231-243. doi: 10.1080/15583058.2013.768309.
136. Liberatore D, Addessi D. Strength domains and return algorithm for the lumped plasticity equivalent frame model of masonry structures. *Engineering Structures*, 2015, 91:167-181. doi: 10.1016/j.engstruct.2015.02.030.
137. Liberatore D, Sorrentino L, Frezza L, Masini N, Sileo M, Racina V. Application of the mortar static penetration test to historical buildings (2016) *Emerging Technologies in Non-Destructive Testing VI - Proceedings of the 6th International Conference on Emerging Technologies in Nondestructive Testing, ETNDT 2016*, Brussels, Belgium, 27-29 May 2015, 449-456.
138. AlShawa O, Liberatore D, Sorrentino L. Influenza dell'Effetto Filtro dell'Edificio su Meccanismi Locali di Collasso (2015) 16° convegno nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", L'Aquila, 13-17 settembre, paper 2224.
139. AlShawa O, Liberatore D, Sorrentino L. Valutazione Normativa della Sicurezza per Meccanismi Locali di Collasso di Pareti Murarie (2015) 16° convegno nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", L'Aquila, 13-17 settembre, paper 2225.
140. Marotta A, Goded T, Giovinazzi S, Lagomarsino S, Liberatore D, Sorrentino L, Ingham JM. An inventory of unreinforced masonry churches in New Zealand

- (2015) *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 48 (3), pp. 171-190.
141. Gizzi FT, Liberatore D, Masini N, Bruno M, Potenza MR, Scavone M, Sileo M, Sorrentino L, Zotta C, Pagnoni T. Patrimonio storico-architettonico e salvaguardia: analisi delle caratteristiche costruttive e dinamiche dei campanili delle chiese in Basilicata (2015) Gizzi, F.T., Masini, N. (eds) *Salvaguardia, Conservazione e Sicurezza del Patrimonio Culturale. Nuove metodologie e tecnologie operative*, Lagonegro (PZ), Zaccara Editore, pp. 299-324. ISBN: 978-88-995-2000-7.
  142. Liberatore D, Masini N, Sorrentino L, Racina V, Frezza L, Sileo M. Una prova penetrometrica statica per lo studio di malte storiche: primi risultati applicativi e future prospettive di impiego (2015) Gizzi, F.T., Masini, N. (eds) *Salvaguardia, Conservazione e Sicurezza del Patrimonio Culturale. Nuove metodologie e tecnologie operative*, Lagonegro (PZ), Zaccara Editore, pp. 123-146. ISBN: 978-88-995-2000-7.
  143. Marotta A, Liberatore D, Sorrentino L. Estimation of unreinforced tuff masonry compressive strength based on mortar and unit mechanical parameters (2016) *Brick and Block Masonry: Trends, Innovations and Challenges - Proceedings of the 16th International Brick and Block Masonry Conference, IBMAC 2016*, pp. 1715-1722.
  144. Sorrentino L, Infantino P, Liberatore D. Statistical tests for the goodness of fit of mortar compressive strength distributions (2016) *Brick and Block Masonry: Trends, Innovations and Challenges - Proceedings of the 16th International Brick and Block Masonry Conference, IBMAC 2016*, pp. 1921-1928.
  145. Liberatore D, Masini N, Sorrentino L, Racina, V, Sileo M, AlShawa O, Frezza L. Static penetration test for historical masonry mortar (2016) *Construction and Building Materials*, 122, pp. 810-822. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.097.
  146. Cattari S, Ottonelli D, Pinna M, Lagomarsino S, Clark W, Giovinazzi S, Ingham JM, Marotta A, Liberatore D, Sorrentino L, Leite J, Lourenço PB, Godef T. Damage and Vulnerability Analysis of URM Churches after the Canterbury Earthquake Sequence 2010-2011 (2015) *SECED (Society for Earthquake and Civil Engineering Dynamics) 2015 Conference*, 9-10 July 2015, Cambridge, UK, paper P17.
  147. Ragone A, Ippolito A, Liberatore D, Sorrentino L. Emerging Technologies for the Seismic Assessment of Historical Churches: The Case of the Bell Tower of the Cathedral of Matera, Southern Italy (2017) A. Ippolito (ed.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, pp. 163–200. ISBN: 9781522506751.
  148. Marotta A, Sorrentino L, Liberatore D, Ingham JM. Statistical seismic vulnerability of New Zealand unreinforced masonry churches (2016) *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, diagnosis, therapy, controls - Proceedings of*

- the 10th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, SAHC 2016, pp. 1536-1543.
149. AlShawa O, Sorrentino L, Liberatore D. Simulation Of Shake Table Tests on Out-of-Plane Masonry Buildings. Part (II): Combined Finite-Discrete Elements (2017) *International Journal of Architectural Heritage*, 11 (1), pp. 79-93. DOI: 10.1080/15583058.2016.1237588.
  150. Mendes N, Costa AA, Lourenço PB, Bento R, Beyer K, de Felice G, Gams M, Griffith MC, Ingham JM, Lagomarsino S, Lemos JV, Liberatore D, Modena C, Oliveira DV, Penna A, Sorrentino L. Methods and Approaches for Blind Test Predictions of Out-of-Plane Behavior of Masonry Walls: A Numerical Comparative Study (2017) *International Journal of Architectural Heritage*, 11 (1), pp. 59-71. DOI: 10.1080/15583058.2016.1238974.
  151. Marotta A, Sorrentino L, Liberatore D, Ingham JM. Vulnerability Assessment of Unreinforced Masonry Churches Following the 2010–2011 Canterbury Earthquake Sequence (2017) *Journal of Earthquake Engineering*, 21 (6), pp. 912-934. DOI: 10.1080/13632469.2016.1206761.
  152. Fumagalli F, Liberatore D, Monti G, Sorrentino L. Building Features of Accumoli and Amatrice in a Pre-Earthquake Survey (2017) 17th Italian National Conference on Earthquake Engineering, Pistoia, 17-21 September, pp. SG03.45-54.
  153. Sorrentino L, Pepe M, Liberatore D, Trovalusci P. Performance of a school hosted within a historical complex affected by the 2016 seismic sequence (2017) 17th Italian Conference on Earthquake Engineering, Pistoia, 17-21 September, pp. SS02.33-42.
  154. Marotta A, Liberatore D, Sorrentino L. Application of an Innovative Global Damage Index to Unreinforced Masonry Churches Damaged by the 2016-2017 Central Italy Seismic Sequence (2017) 17th Italian National Conference on Earthquake Engineering, Pistoia, 17-21 September, SS03.67-75.
  155. Sorrentino L, Busoli D, Liberatore D. Controversies in Seismic Assessment of Global Performance of Historical Buildings (2017) 17th Italian National Conference on Earthquake Engineering, Pistoia, 17-21 September, pp. SS05.40-50.