



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Territori della Cultura

Rivista on line Numero 28 Anno 2017

Iscrizione al Tribunale della Stampa di Roma n. 344 del 05/08/2010

SPECIALE

Terremoti, edificato esistente,
protezione dei beni culturali.

Sommario



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Comitato di redazione	5
La Politica del Centro di Ravello: dalla protezione della Cultura alla cultura della Protezione Alfonso Andria	8
Vulnerabilità sismica tra prevenzione ed emergenza Pietro Graziani	11
SPECIALE: Terremoti, edificato esistente, protezione dei beni culturali	
Ferruccio Ferrigni L'edificato storico: insieme fragile o archivio di saperi, ancora utili? Un trentennio della linea di attività "Culture Sismiche Locali"	14
Pietro Graziani Alcune riletture dei lavori del Comitato Nazionale per la prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico, istituito per volere del Ministero per i beni culturali e ambientali e dell'Ufficio del Ministro per la Protezione Civile (1984-1987)	30
Giuseppe Luongo La macchina dei Terremoti	36
Piero Pierotti Leopoldo Pilla: il ruolo dell'esperienza diretta	46
Denise Ulivieri Architettura vernacolare. Linguaggio comune degli edifici e culture sismiche locali.	62
Francesco Gurrieri I conti col terremoto. In tema di riabilitazione e ricostruzione post-sismica	78
Maurizio Ferrini Interventi su edifici pubblici e residenziali dal 1983 in Lunigiana e Garfagnana. La Prevenzione sismica è possibile	90
Andrea Barocci, Corrado Prandi, Vittorio Scarlini Proviamo a parlare del sisma	138
Giovanni Berti, Corrado Monaca La vicenda del fascicolo del fabbricato	146
Piero Pierotti Aristotelismo di stato. Conflitti possibili tra gli aggiornamenti della ricerca a confronto con le rigidità della normativa	160

Comitato di Redazione



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Presidente: Alfonso Andria

comunicazione@alfonsoandria.org

Direttore responsabile: Pietro Graziani

pietro.graziani@hotmail.it

Direttore editoriale: Roberto Vicerè

rvicere@mpmirabilia.it

Responsabile delle relazioni esterne:

Salvatore Claudio La Rocca

sclarocca@alice.it

Comitato di redazione

Jean-Paul Morel Responsabile settore
"Conoscenza del patrimonio culturale"

jean-paul.morel3@libertysurf.fr;

Claude Albore Livadie Archeologia, storia, cultura

morel@msh.univ-aix.fr

Max Schvoerer Scienze e materiali del
patrimonio culturale

alborelivadie@libero.it

Beni librari,

schvoerer@orange.fr

documentali, audiovisivi

Francesco Caruso Responsabile settore

francescocaruso@hotmail.it

"Cultura come fattore di sviluppo"

Piero Pierotti Territorio storico,

pierotti@arte.unipi.it

ambiente, paesaggio

Ferruccio Ferrigni Rischi e patrimonio culturale

ferrigni@unina.it

Dieter Richter Responsabile settore

dieterrichter@uni-bremen.de

"Metodi e strumenti del patrimonio culturale"

Informatica e beni culturali

Matilde Romito Studio, tutela e fruizione

matilde.romito@gmail.com

del patrimonio culturale

Adalgiso Amendola Osservatorio europeo

adamendola@unisa.it

sul turismo culturale

Segreteria di redazione

Eugenia Apicella Segretario Generale

apicella@univeur.org

Monica Valiante

Velia Di Riso

Rosa Malangone

Progetto grafico e impaginazione

Mp Mirabilia Servizi - www.mpmirabilia.it

Per consultare i numeri
precedenti e i titoli delle
pubblicazioni del CUEBC:
www.univeur.org - sezione
pubblicazioni

Per commentare
gli articoli:
univeur@univeur.org

Info

Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali

Villa Rufolo - 84010 Ravello (SA)

Tel. +39 089 857669 - 089 2148433 - Fax +39 089 857711

univeur@univeur.org - www.univeur.org

Main Sponsors:



ISSN 2280-9376



Ferruccio Ferrigni

L'edificato storico: insieme fragile o archivio di saperi, ancora utili? Un trentennio della linea di attività "Culture Sismiche Locali"

Era il 1987, il workshop aveva un titolo neutro, "Protezione dell'edificato storico in zona sismica", un tema ricorrente nei numerosi convegni che si tenevano in Italia dopo il terremoto dell'80 in Irpinia. Eppure fu da quell'evento, che il CUEBC aveva organizzato in collaborazione con il FORMEZ, che prese l'avvio un filone di ricerca totalmente innovativo, che poi si è sviluppato fino ad oggi. E ancora continua.

Come da prassi nell'attività del Centro, al convegno erano state invitate figure di varie discipline: storici, ingegneri sismici, sismologi, sismologi storici, architetti, esperti di beni culturali. All'epoca i programmi di calcolo capaci di visualizzare tensioni e deformazioni delle strutture erano una novità: gli interventi degli ingegneri sismici che mostravano scheletri strutturali multicolori e oscillanti non mancarono di suscitare interesse. Il dibattito si sviluppò vivacissimo, soprattutto su due questioni: la rispondenza tra i modelli utilizzati nei calcoli e le caratteristiche dell'edificato che pretendevano di rappresentare (geometria, materiali, effetti del concatenamento tra gli edifici); l'epoca di avvio dello studio dell'impatto del terremoto sugli edifici e sulle tecniche per mitigarlo.

Sulla prima questione emerse con chiarezza che l'aumentata potenza dei computer e i progressi dell'ingegneria sismica – fondata sulla geometria delle strutture e sull'omogeneità dei materiali – permettevano metodi di calcolo rigorosi, sofisticati ed affidabili, ma che i modelli geometrici a cui venivano applicati erano ben lontani dal rappresentare fedelmente l'edificato storico, irregolare, disomogeneo nei materiali ed imbricato.

A riprova dei limiti dell'approccio "numerico-analitico" viene riportata un'esperienza allora recente. Nel progetto di recupero dell'antico quartiere del Serrone – a Polla, un comune del Vallo di Diano, in provincia di Salerno – tra gli interventi di riparazione dei danni prodotti dal sisma dell'80 erano stati previsti archi di contrasto, barbacani, ripristino della continuità strutturale tra gli edifici. In pratica le tecniche di rafforzamento presenti nel quartiere e che avevano mostrato la propria efficacia (non c'erano danni negli edifici dove erano presenti). Quando il progetto viene sottoposto al Genio Civile, tuttavia, il funzionario chiede di verificare analiticamente la rispondenza delle strutture così rinforzate all'allora vigente Regolamento per le costruzioni in zona sismica. All'obiezione che il metodo di calcolo allora utilizzato, il POR, era applicabile ad edifici isolati e dalla geometria regolare, il funzionario non ha esitazione; "qual è il problema? basta separare gli edifici uno

dall'altro e diventano tutti calcolabili". Insomma, se gli strumenti di conoscenza non permettono di analizzare l'oggetto, lo si modifica – o lo si rappresenta – in modo che diventi analizzabile. Un approccio purtroppo allora corrente, paradigma del ribaltamento di una corretta metodologia scientifica.

La seconda questione vede contrapporsi due posizioni: l'avvio di una "ingegneria" sismica deve riconoscersi nei primi trattati in materia (sec. XVIII) o i saperi sul comportamento degli edifici sottoposti all'azione sismica sono molto più antichi?

A parte la considerazione banale che è impensabile che una comunità regolarmente colpita dai terremoti costruisca templi, teatri, acquedotti senza porsi il problema di farli resistere alle azioni sismiche, nel corso del convegno vengono presentate innumerevoli evidenze archeologiche che documentano tecniche costruttive sismoresistenti. Il collegamento in piombo tra i blocchi delle trabeazioni dei templi dorici, le costole inserite nel muro perimetrale dei templi micenei, i barbacani apposti sulle mura romane testimoniano in modo inequivoco l'intento dei costruttori di migliorare la resistenza dell'edificio alle forze taglienti orizzontali, quelle più pericolose generate dal sisma. E l'ecostoria, che Piero Pierotti da qualche anno ha proposto come criterio di analisi dell'evoluzione dei territori, fornisce la cornice metodologica e scientifica per considerare le tecniche sismoresistenti tradizionali come la prova di saperi da sempre ben radicati nelle comunità delle regioni sismiche.

Ovviamente il convegno non risolve le questioni, ma focalizza l'interesse di tutti i partecipanti da una parte sui limiti delle procedure di calcolo applicate all'edificato antico, dall'altra sulle tecniche tradizionali di costruzione e riparazione sismoresistenti presenti nelle zone regolarmente soggette ai terremoti. Tecniche che magari non erano state oggetto di indagini sistematiche ma che erano ancora ben documentate in un archivio straordinario: l'edificato storico. Diventa evidente, insomma, che l'edificato storico non era un insieme più o meno vulnerabile da proteggere, ma anche un archivio di conoscenze, certamente ancora utili.

Ad iniziativa dell'allora Soprintendente per i Beni Culturali e Ambientali di Salerno e Avellino, Mario De Cunzio – che ha partecipato al workshop e che fa parte del Comitato Scientifico del CUEBC – il Centro decide di avviare dei casi di studio, da svolgere mediante Ricerche-Intervento (RI), sulle tecniche di costruzione/riparazione presenti nell'edificato storico di alcuni centri del Mediterraneo. Viene così realizzato il primo caso di

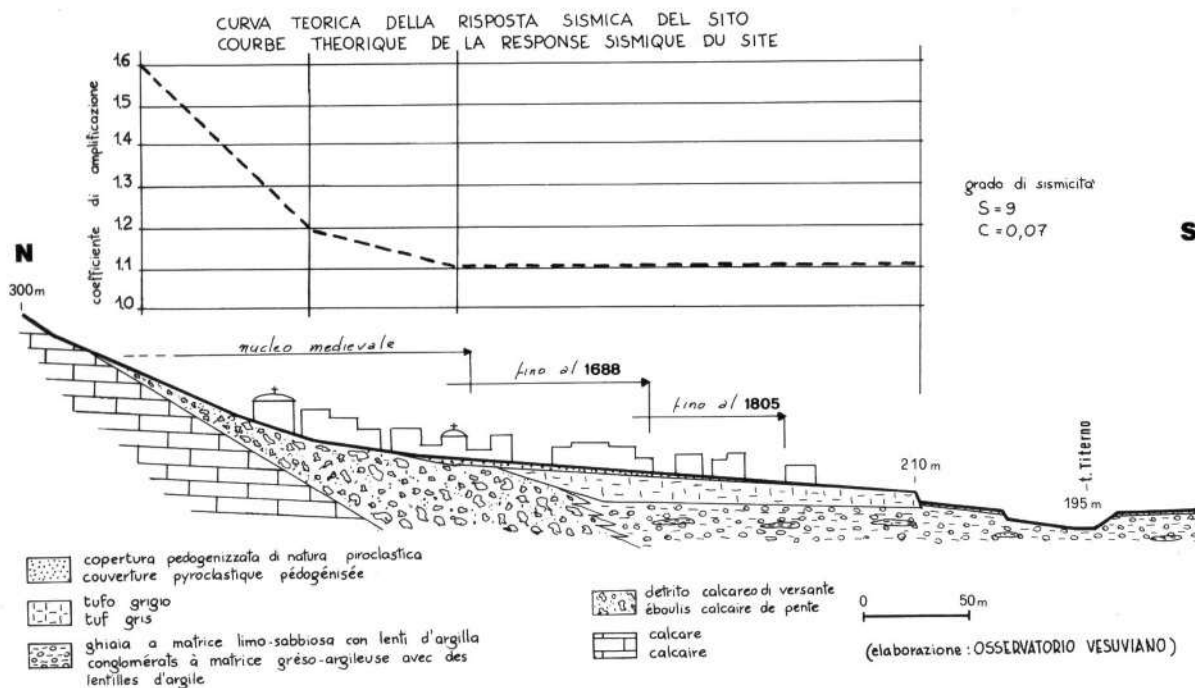


Fig. 1 La stratigrafia mostra che il sito di impianto del centro storico è il più sicuro, ma come facevano a conoscerlo? Scavando pozzi e cantine?

studio, a San Lorenzello, un piccolo comune della provincia di Benevento, gravemente danneggiato dal terremoto del 1688, ricostruito e poi ancora danneggiato, meno gravemente, da quello del 1805. Alla R.I. dà il suo appoggio entusiasta Giuseppe Luongo, che mobilita i ricercatori dell'Istituto di Scienze della terra. Le analisi gravimetriche condotte da Eliana Esposito e Paolo Beneduce mostrano che l'insediamento originario ha occupato il sito sismicamente più sicuro (Fig. 1). Il caso di studio permette inoltre di documentare una serie di "anomalie" presenti nell'edificato storico, tutte finalizzate a migliorare la resistenza degli edifici alle forze orizzontali. La scelta del sito e la evidente valenza sismoresistente delle "anomalie", mettono in evidenza che le comunità antiche disponevano di precise conoscenze, ma che la vulnerabilità degli edifici storici dipende non solo dalle tecniche di costruzione/riparazione utilizzate, ma anche, talvolta soprattutto, dalle modifiche apportate nel tempo. Si arriva così ad una prima sistematizzazione dell'approccio "Culture Sismiche Locali" (CSL). Nel volume "San Lorenzello, alla ricerca delle anomalie che proteggono"



Fig. 2 "San Lorenzello, alla ricerca delle anomalie che proteggono" (1989).

(1989) (Fig. 2) la CSL viene definita come *"l'insieme delle conoscenze (sulle caratteristiche dello shock sismico, sulle reazioni dei terreni e dell'edificio, ecc.) e dei comportamenti coerenti che ne derivano"*; vengono poi analizzati i fattori di vulnerabilità che derivano dalla conoscenza e quelli che dipendono dal comportamento, valutando per tutti l'impatto che hanno su tre segmenti del patrimonio culturale costruito: le rovine archeologiche, i monumenti, l'edificio storico corrente.

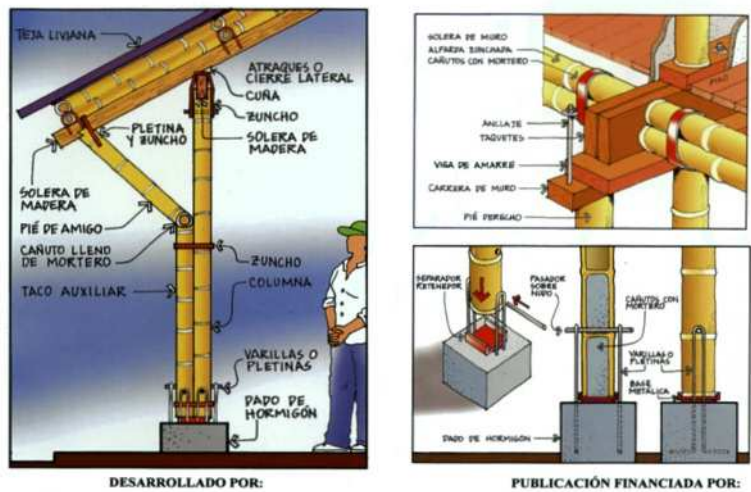
L'analisi mette in evidenza che la perdita, o l'affievolimento, della CSL determina un incremento di vulnerabilità più alto proprio per l'edificio storico corrente. E così, mentre vengono realizzati ulteriori casi di studio – in totale saranno 13, selezionati in modo da coprire tutte le possibili combinazioni dei fattori della CSL che determinano un incremento della vulnerabilità dell'edificio storico (cfr box) – il Centro decide di avviare un Corso Intensivo su *"Ridurre la vulnerabilità dell'edificio attraverso il recupero della Cultura Sismica Locale"*. In quello stesso anno (1991) nella rivista internazionale Earthquake Spectra (ES 3/1991) esce un articolo di Hu Shiping che documenta le straordinarie tecniche costruttive sismoresistenti delle pagode cinesi, alcune vecchie di 1000 anni, capaci di metabolizzare l'energia trasmessa dal sisma grazie ad un sofisticato sistemi di bilancieri, a gabbie rigide sovrapposte e rulli interposti, a periodi di oscillazione lontani da quelli dei terremoti localmente ricorrenti.

La linea di attività CSL prende nuovo vigore: non c'è motivo di dubitare che le tecniche utilizzate negli edifici monumentali non siano passate, almeno in parte, nell'edilizia vernacola. Ad uno dei primi corsi CSL partecipa (come discente) Omar Dario Cardona, Presidente della Società di Ingegneria Sismica colombiana e già Direttore della Protezione Civile della



Fig. 3 In Colombia, grazie alla sperimentazione condotta dalle Università, le tecniche costruttive tradizionali sono state analizzate, validate e normate, assicurandone la sismoresistenza.

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO



ais ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA

Organización **Corona**

Colombia. Nella sessione dedicata ai contributi dei formandi, Cardona segnala una tecnica costruttiva tradizionale colombiana, il “bahareque”, di cui illustra le caratteristiche sismoresistenti. Rientrato in Colombia organizza convegni e conferenze sulla CSL colombiana, poi promuove la sperimentazione di laboratorio del bahareque e, più in generale, delle tradizionali strutture in bambù. Oggi nel codice sismico colombiano c'è un capitolo che fornisce le norme tecniche per le strutture in bambù/bahareque, che sono regolarmente utilizzate, anche per l'edilizia pubblica (Fig. 3).

Nel 1993 la rivista internazionale Stop Disasters pubblica in allegato, in 4 lingue, “Atlante delle Culture Sismiche Locali. Ridurre la vulnerabilità dell'edificato storico attraverso il recupero delle culture sismiche”.

Nel 1994 alla 1ª World Conference on Disaster Risk Reduction di Yokohama l'“approccio CSL” viene illustrato con tre poster su “Dalla protezione della cultura alla cultura della protezione”.

Al 6° Corso CSL (1996) partecipa Emanuela Guidoboni, che fornisce le indicazioni metodologiche per correlare la sismografia storica con i danni subiti dagli edifici e, quindi, con le riparazioni tradizionali locali. Allo stesso corso intervengono Antonino Giuffrè e Caterina Carocci, che illustrano la procedura di analisi delle tipologie edilizie storiche e delle loro modalità di aggregazione e propongono metodi di verifica per macroelementi. Vengono classificati i “meccanismi di danno”, identificate le parti della struttura che sono coinvolte e dimensionati gli interventi che ne impediscono la crisi. Un approccio alternativo a quelli allora correnti, prevalentemente fondati sulla verifica delle tensioni puntuali. E non diverso dai criteri con cui le co-

Terremoti, edificato esistente,
protezione dei beni culturali.



Fig. 4 In ossequio alla normativa sismica gli originari tetti e solai in legno sono stati sostituiti con strutture rigide, in c.a. Le nuove strutture hanno resistito egregiamente al terremoto (L'Aquila 2009, Onna), peccato che i sottostanti edifici siano andati completamente distrutti.

munità antiche debbono aver valutato i danni, le riparazioni, la loro efficacia. Terremoto dopo terremoto. Al corso interviene anche Panos Toulaiatos, che documenta le tecniche costruttive miste (muratura rinforzata da membrature in legno) presenti in molti monasteri greci.

Il terremoto Umbria-Marche del 1997 mostra la pericolosità dei "rafforzamenti" imposti dalla normativa allora vigente. L'obbligo di inserire diaframmi rigidi nelle strutture murarie ha portato a sostituire gli originari tetti e solai in legno dell'edificato storico con strutture in c.a. I "rafforzamenti" hanno resistito egregiamente, gli edifici in cui sono stati inseriti sono andati distrutti (Fig. 4). Un esempio di perdita della CSL "per decreto".

Viceversa il volume di Piero Pierotti e Denise Ulivieri *Culture Sismiche Locali*, (1998) documenta compiutamente le innumerevoli tecniche e riparazioni sismoresistenti in Garfagnana e Lunigiana (Fig. 5).

Durante il 10° Corso CSL (2000) vengono documentate tecniche costruttive sismoresistenti presenti nell'architettura vernacola di vari continenti (A. De Nigris: *Ponente e Levante ligure*; A. Rideaud: *Basse Durance*; F. Very: *Alpes du Sud*; R. Marichal: *Pyrénées*; C. Gattuso: *Calabria*; T. Tangut, *Anatolia*; E. P. De Almeida, *Portogallo*; O. D. Cardona: *America Latina*). La loro analisi comparata rapportata alla sismicità locale mostra che il radicarsi e la specificità delle CSL dipendono da due fattori: l'intensità e la ricorrenza dei sismi. I terremoti deboli, infatti, non producono danni significativi, quelli di altissima intensità distruggono tutto, rendendo impossibile selezionare le tecniche e le riparazioni efficaci. D'altra parte le conoscenze accumulate in occasione di un terremoto vengono presto dimenticate se non testate in occasione di un nuovo sisma e trasmesse alle generazioni seguenti.

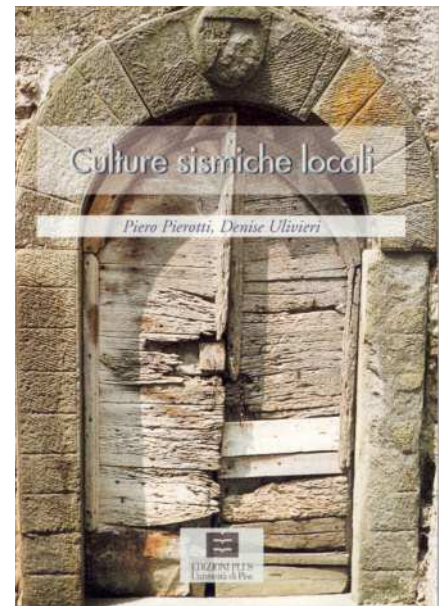
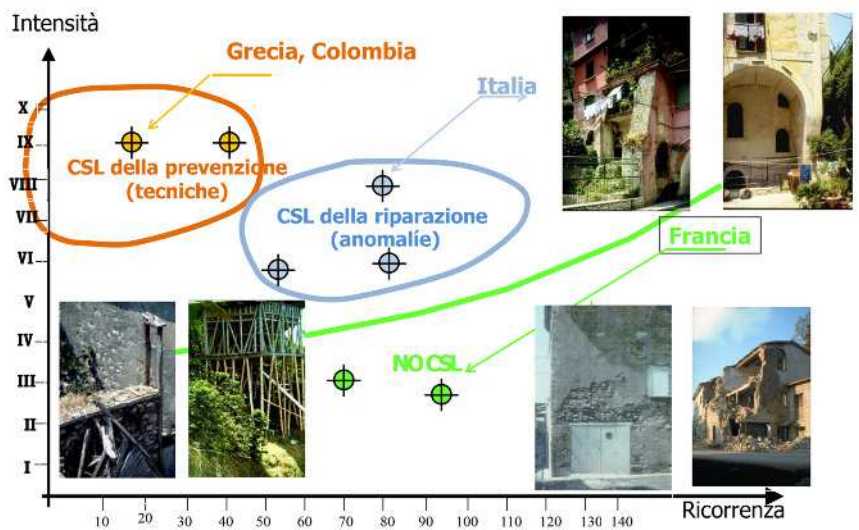


Fig. 5 Il volume di P. Pierotti e D. Ulivieri mette in evidenza le caratteristiche sismoresistenti dell'architettura vernacola dell'area sismica della Toscana



Fig. 6 Se l'intensità è elevata, ma non distruttiva, e la ricorrenza tale che una generazione può trasmettere a quella seguente le conoscenze acquisite, la CSL si radica, la gente applica le tecniche mostratesi efficaci anche prima che ci sia un nuovo sisma (CSL della prevenzione). Se la ricorrenza è più lunga, il ricordo del terremoto sbiadisce, le conoscenze si perdono, il nuovo terremoto produce danni, che vanno riparati (CSL della riparazione). Se alla lunga ricorrenza si aggiunge la debole intensità non si genera alcuna CSL.



Insomma, perché si formi una CSL è necessaria la “giusta combinazione” di ricorrenza-intensità dei sismi. Si riconosce che in un sito dove i terremoti hanno una ricorrenza tale che una generazione sperimenti almeno due terremoti (25÷30 anni) e una intensità alta ma non distruttiva (VIII÷X MCS). In tali sistemi comunità-territorio la CSL è ben presente, le conoscenze permangono vive, i comportamenti sono coerenti: si costruisce sempre con tecniche sismoresistenti. Parliamo allora di una “CSL della prevenzione”. Se i terremoti sono meno ricorrenti, o meno intensi, le conoscenze sbiadiscono, il terremoto successivo produce danni, bisogna realizzare vistosi interventi di rafforzamento post-sisma (“CSL della riparazione”). Dove i terremoti sono deboli e poco frequenti non v’è traccia di CSL (NO CSL) (Fig. 6).

Il 15° Corso CSL (2005) analizza un equivoco ricorrente nell’approccio corrente: la pericolosità delle strutture spingenti in caso di shock sismico. Eppure nell’area mediterranea e mediorientale, una regione ad alta sismicità, archi e volte sono massicciamente presenti, sia nei monumenti sia nell’architettura vernacola, anche là dove l’abbondanza di legno avrebbe consentito altre modalità di realizzazione delle strutture orizzontali. Erano insipienti le comunità locali antiche, che utilizzavano strutture tanto pericolose, o oggi qualcosa sfugge alla nostra conoscenza?

Con l’aiuto di Alex Barbat, specialista di archi e volte nell’Università di Catalogna, viene proposta una diversa lettura del ruolo delle strutture spingenti in zona sismica. In effetti le muraure su cui poggiano archi e volte debbono essere sovradimensionate per resistere alle spinte orizzontali che essi gene-

rano. Anche in caso di terremoti catastrofici (con picco di accelerazione di $1\div 1,2$ g) le tensioni puntuali diventano poco più del doppio di quelle ordinarie. Un incremento ben lontano dalla tensione di rottura delle strutture murarie, che abitualmente è pari a $6\div 8$ volte quella di lavoro. Senza contare che la deformabilità di archi e volte segue quella delle murature su cui si appoggiano, senza generare le sollecitazioni che invece si hanno quando vengono sostituiti da solai rigidi e travi. Contribuiscono quindi sensibilmente a "metabolizzare" una elevata quota dell'energia "catturata" dall'edificio. Deve concludersi che volte ed archi sono non solo non pericolosi, sono anzi degli eccellenti elementi strutturali sismoresistenti. Il terremoto dell'Aquila ne dà prova eloquente (Fig. 7).

Nel 2005 il volume *Ancient buildings and earthquakes*, pubblicato dal CUEBC con il supporto del Consiglio d'Europa, nel quadro del programma EUR-OPA Major Hazards, fa il punto sulla linea

Fig. 7 In questi edifici le volte sono le uniche strutture sopravvissute al sisma (Onna, terremoto di L'Aquila 2009).



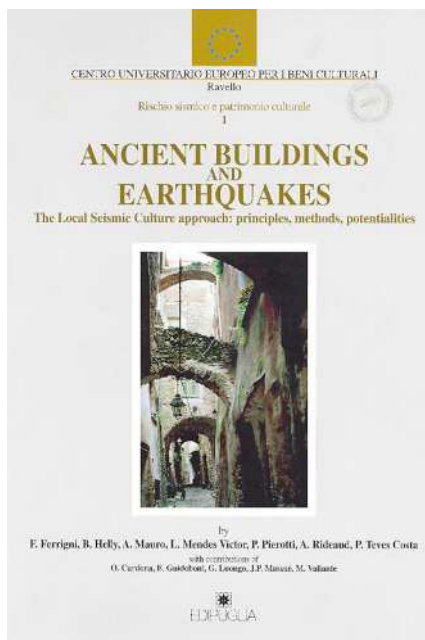


Fig. 8 Il volume documenta tecniche e riparazioni sismoresistenti presenti nelle architetture vernacole e nei monumenti di quattro continenti e sistematizza i differenti approcci che hanno guidato le comunità antiche nel perseguire un unico obiettivo: come “metabolizzare” (con strutture massicce o flessibili, fidando nell’aumento di resistenza o nell’attrito) l’energia che il terremoto scarica sugli edifici.

di ricerca CSL, documenta tecniche e riparazioni sismoresistenti presenti in quattro continenti, fornisce indicazioni metodologiche per riconoscerle, per validarle, per migliorarle (Fig. 8).

Negli ultimi dieci anni il termine “Cultura Sismica Locale” è diventato corrente¹. Grazie ai corsi CSL la metodologia proposta con il “ciclo Ravello” (cfr box 2) ha prodotto ricerche e normative che in vari paesi hanno dato nuova dignità alle tecniche sismoresistenti locali. (Fig. 9)

I terremoti di Umbria-Marche del 1997, Aquila 2007, Amatrice 2016 hanno mostrato con assoluta evidenza che adottare le “regole” definite per la muratura di nuova costruzione per il rafforzamento dell’edificato storico non monumentale mette al sicuro il progettista, ma non l’edificio: non solo non ne riduce la vulnerabilità, anzi, spesso la incrementa. (Fig. 10)

Nell’ambito di EUR-OPA Major Hazards, un Programma del Consiglio d’Europa, il CUEBC ha coordinato una ricerca svolta in 4 paesi (Grecia, Italia, Marocco, Portogallo) finalizzata a produrre le guidelines per un *Local Appropriate Retrofitting of Historical Built up (LAREHBA Project)*.

Le guidelines risultanti dal LAREHBA Project verranno presentate nel workshop previsto a Ravello il 13 Ottobre 2017. Il workshop e la cogente attualità della ricostruzione dei centri colpiti dai terremoti di Amatrice 2016 possono offrire l’opportunità di un sereno e proficuo confronto tra esperti e decisori che aiuti a definire una normativa per il retrofitting dell’edificato storico più prossima alla natura dell’edificato da proteggere che agli strumenti di cui si dispone. È il mio più vivo auspicio.

¹ Vernacular architecture: a paradigm of the Local Seismic Culture; The central and eastern Asian local seismic culture: three approaches in M. Correia, P. Lourenço, H. Varum (ed), *Seismic Retrofitting: Learning from vernacular architecture*, Taylor & Francis Group, London; P. Pierotti, D. Olivieri *Culture Sismiche Locali, Garfagnana e Lunigiana*, CUEBC, 1998; *Évolution d’une culture sismique locale: de l’habitat à la ville* in P. Garnier O. Moles, A. Caimi, D. Gandreau, M. Hofman in *Catastrophes naturelles et Développement local*, CRATerre, 2009.



a

Fig. 9 L'attenzione del mondo accademico colombiano alle tecniche sismoresistenti costitutive della CSL ne ha consentito la validazione. Oggi alcuni interventi di edilizia sociale (a) non differiscono da quelli di autocostruzione (b).



b

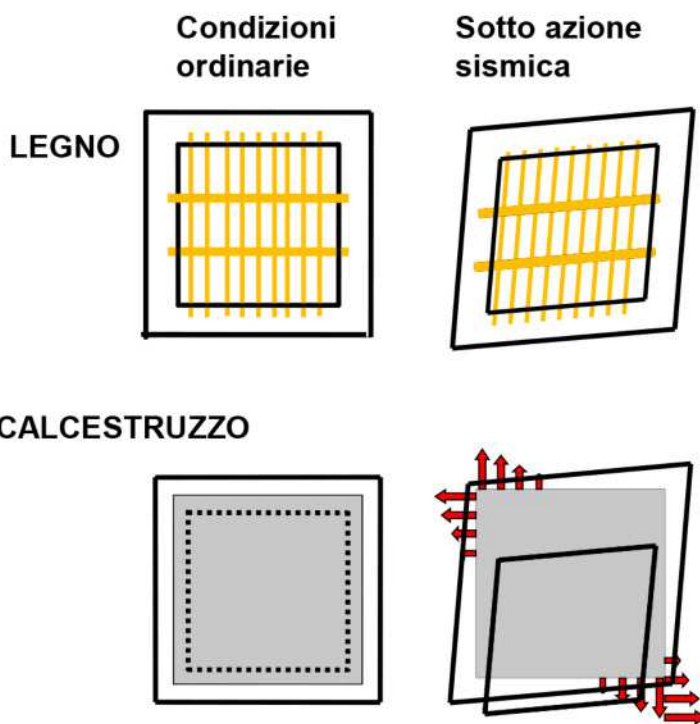


Fig. 10 L'effetto dei "rafforzamenti" conseguiti attraverso l'introduzione dei diaframmi rigidi prescritti dalle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica: i solai originari in legno seguivano le deformazioni della scatola muraria, quelli in c.a., infinitamente rigidi nel loro piano, generano spinte dall'interno verso l'esterno. E il muro appare "spellato".

I CASI DI STUDIO

Nel periodo 1987-96 principi e metodi della riduzione di vulnerabilità attraverso il recupero della CSL sono stati testati in casi di studio, organizzati dal CUEBC, in collaborazione con varie città dell'area mediterranea. Per verificare sul terreno l'attendibilità delle ipotesi di partenza e l'efficacia del metodo di analisi, i casi di studio sono stati scelti in modo da coprire il maggior numero possibile di combinazioni dei principali fattori di incremento/riduzione della vulnerabilità: grado di sismicità (bassa, media, alta ricorrenza e/o intensità dei sismi); sistemi socio-territoriali (sistemi aperti/chiusi); proprietà degli edifici (pubblica/privata); gestione degli interventi (pubblici, a controllo pubblico, privati).

Applicando tale criterio sono stati realizzati i casi di studio di:²

S. Lorenzo (Italia), centro leggermente danneggiato dal sisma 1980 (intervento privato su patrimonio privato);

Paestum (Italia), sito archeologico della Magna Grecia, un sistema aperto dove i monumenti presentano tracce evidenti di antiche e raffinate tecniche antisismiche e pongono notevoli problemi di protezione (intervento pubblico su patrimonio pubblico);

Calitri (Italia), centro gravemente colpito dal sisma dell'Irpinia 1980, un sistema sostanzialmente chiuso, danneggiato meno nella parte medievale che in quella ottocentesca (anche a causa di un permanente e vistoso movimento franoso), oggetto di un intervento condotto dalla Soprintendenza BAAAS di Salerno (intervento pubblico su patrimonio privato);

Alpes du Sud (Francia/Italia), regione transfrontaliera a media ricorrenza/intensità dei terremoti, che nei due versanti (italiano e francese) presenta edificati antichi simili per tecniche e materiali utilizzati (evoluzione parallela delle tecniche e dei comportamenti in sistemi sottoposti alla stesse vicende sismiche ma a differente storia politica ed amministrativa);

Lefkas (Grecia), isola del Mar Ionio ad alta sismicità, caratterizzata da tecniche antisismiche tradizionali, anomale rispetto a quelle dell'arcipelago e del continente (evoluzione delle tecniche in sistemi chiusi);

Vernègues (Francia), piccolo centro rurale a bassa sismicità, dove le tecniche si sono affinate in passato e sono state poi dimenticate (aumento di vulnerabilità per effetto della perdita della CSL);

² Va precisato che non tutti i casi di studio sono stati condotti con lo stesso approfondimento. In alcuni il gruppo di ricercatori del CUEBC è stato impegnato direttamente, in altri si è limitato a fornire supporto metodologico ed indicazioni scientifiche, in altri ancora ha collaborato con ricercatori locali mettendo in evidenza taluni aspetti legati alle tematiche della CSL.



Lisbona (Portogallo), capitale ricca di un paese ricco, distrutta da un terremoto violentissimo (1755) e poi ricostruita sotto la guida delle autorità centrali, con procedure imposte per legge, ma che in realtà hanno codificato tecniche antisismiche tradizionali preesistenti (la componente “ufficiale” delle CSL);

Ceppaloni (Italia), villaggio “povero” di una regione povera, a media sismicità, caratterizzato da terremoti prima ricorrenti e poi più rari (presenza nello stesso sistema sia di una Cultura Sismica della prevenzione che di una Cultura della riparazione post-sisma);

Santorini (Grecia), isola martoriata da terremoti ed eruzioni del famoso vulcano omonimo, con rovine risalenti a 3.500 anni fa, che mostrano tecniche antisismiche sorprendentemente simili a quelle ancora oggi riconoscibili nella regione (diffusione delle tecniche nei sistemi aperti);

Garfagnana-Lunigiana (Italia), una regione a media sismicità, dove sono presenti tecniche antisismiche autoctone soppiantate, negli anni '30, da tecniche imposte dall'autorità centrale dopo un terremoto.

Nîmes (Francia), dove i metodi di lettura dei dissesti e delle riparazioni utilizzati per riconoscere gli elementi della CSL hanno permesso di confermare l'ipotesi degli archeologi che l'acquedotto romano sia stato colpito a più riprese da terremoti, e riparato dopo ognuno di essi.

Friuli (Italia), sistema regionale ad alta sismicità, che presenta documenti evidenti di tecniche antisismiche tradizionali, abitato da comunità che hanno forte il senso della propria cultura, ricostruito con attenzione alle forme antiche ma senza nessun recupero delle tecniche (diverso impatto della cultura esterna su comunità locali forti/deboli);

Manizales (Colombia), città coloniale in un paese in via di sviluppo, in una zona ad alta sismicità, dove sono presenti tecniche antisismiche autoctone, a lungo soppiantate da quelle importate dai colonizzatori, recentemente rimesse in valore prima dalla ricerca universitaria e poi da programmi di costruzioni pubbliche.

IL CICLO RAVELLO

La linea di attività CSL ha richiesto la strettissima integrazione tra scienze della terra (sismologia, paleogeologia, vulcanologia), scienze dei manufatti (ingegneria sismica, ingegneria dei materiali, geotecnica), discipline umanistiche (storia, archeologia, ecostoria). D'altra parte l'analisi e la rivalutazione delle tecniche antisismiche localmente consolidate non poteva prescindere dalla loro attualizzazione. Inoltre, perché l'elaborazione scientifica potesse contribuire ad un'effettiva riduzione della vulnerabilità dell'edificato antico è apparso necessario che le acquisizioni della ricerca si confrontassero con - e venissero acquisite dall'insieme dei decisori da cui, a vario titolo, dipende l'uso e la trasformazione dell'edificato storico: proprietari, tecnici, politici, ecc.

L'attività CSL si è quindi realizzata attraverso una stretta integrazione tra ricerca, intervento e formazione, strutturata secondo quello che è stato definito "il ciclo Ravello". Un "ciclo" che può essere così descritto:

- Seminari animati da esperti che hanno discusso dei fondamenti scientifici della ricerca ed hanno definito le guidelines metodologiche per condurre azioni di riduzione della vulnerabilità dell'edificato antico attraverso il recupero della CSL (GL Seminars).
- Ricerche-Intervento (RI) e/o casi di studio (svolti in collaborazione con gli enti locali), che hanno applicato le guidelines definite nel corso dei GL Seminars, testando principi e metodi ed acquisendo la documentazione sulle tecniche antisismiche tradizionali dei siti di volta in volta investiti.
- Convegni, con la partecipazione delle comunità interessate dalla RI, nei quali sono stati illustrati/discussi sia i principi ed i metodi utilizzati, sia i prodotti specifici (il catalogo delle tecniche antisismiche locali), sia, infine, il possibile follow up dell'azione.
- Pubblicazione dei materiali prodotti/utilizzati nel corso delle varie RI, integrati da quelli prodotti in occasione dei Convegni.
- Corsi Intensivi, indirizzati ad esperti delle varie discipline interessate (architetti, ingegneri, sismologi, archeologi, geologi, storici) che, utilizzando i materiali acquisiti nel corso delle RI, puntano a formare gli operatori che poi potranno "animare", nei luoghi d'origine, delle altre RI che stimolino le Comunità Locali a costruire il "loro" catalogo delle tecniche antisismiche tradizionali, a definire gli interventi utili a ridurre la vulnerabilità dell'edificato antico, ecc.
- Partecipazione ai Corsi successivi di alcuni degli operatori formati in quelli precedenti, che riferiscono sui test, effettuati nei paesi d'origine, dei protocolli di analisi/progetto illustrati a Ravello.



Docenti dei corsi CSL 1991-2006

Fabrizio Aggarbati, Dipartimento di Strutture, Università della Calabria

Djillali Benouar, Department of Civil Engineering, University of Algiers

Giorgio Botta, Istituto di Geografia Umana, Università di Milano

Fabrizio Bramerini, Servizio Sismico Nazionale, Roma

Gian Pietro Brogiolo, Dipartimento Scienze dell'Antichità, Università di Padova

Omar Dario Cardona, Asociacion Colombiana de Ingenieria Sismica – AIS, Bogota – Colombia

Caterina Carocci, Dipartimento di ingegneria e Architettura, Università di Catania

Alberto Cherubini, Gruppo Nazionale Difesa dei Terremoti, Roma

Gino Miracle Crisci, Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria

Mario De Cunzo, Ministero Beni Culturali, Soprintendente BB CC AA per Salerno e Avellino

Bruna De Marchi, ISIG, Gorizia

Roberto De Marco, Servizio Sismico Nazionale

Rodger Doran, WHO Centre for Vulnerability Reduction, Sammarth Superieur, Tunisia

Irene Efessiou, National Technical University of Athens, Athens

Graziano Ferrari, SGA-Storia Geofisica Ambiente, Bologna

Ferruccio Ferrigni, Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio, Università di Napoli Federico II

Bruno Gabrielli, Associazione nazionale per i centri Storico-artistici, Gubbio

Carlo Gavarini, Dipartimento Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università La Sapienza

Emil Sever Georgescu, Earthquake Engineering Departement, Building Research Institute, Bucharest

Fernando Guasch Hechavarría, National Center of Seismological Research, Santiago De Cuba

Emanuela Guidoboni, SGA-Storia Geofisica Ambiente, Bologna

Bruno Helly, Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon

- Agnés Levret*, Institut de Protection et Sureté Nucléaire,
Fontenay Aux Roses
- Giorgio Lunghini*, Dipartimento di Economia Politica, Università
di Pavia
- Giuseppe Luongo*, Dipartimento di geofisica e vulcanologia,
Università di Napoli
- Remy Marichal*, Groupe A.P.S Service Archéologique, Site de
Ruscino, Perpignan
- Attilio Maurano*, Soprintendenza BAAAS, Salerno
- Armando Mauro*, Istituto Internazionale Stop-Disasters
- Federico Mazzolani*, Facoltà di Ingegneria, Università di Na-
poli
- Luis Alberto Mendes Victor*, Centro de geofisica, Universidade
de Lisboa
- José Naso*, Servizio Sismico Nazionale
- Alessandro Panaro*, Ufficio Studi e Progetti, Banco di Napoli
- Filomena Papa*, Servizio Sismico Nazionale
- Gerassimos Papadopoulos*, National Observatory of Athens
- Roberto Parenti*, Dipartimento di Archeologia e storia delle
arti, Università di Siena
- Stefano Maria Petrazzuoli*, Osservatorio Vesuviano
- Piero Pierotti*, Dipartimento di Storia delle Arti, Università di
Pisa
- Eugenio Pina de Almeida*, Instituto Politecnico de Tomar
- Francesco Polverino*, Dipartimento di Ingegneria Edile, Uni-
versità di Napoli Federico II
- Alain Rideaud*, Cabinet d'Architecture, Tournus
- Paulo Silva*, Gabinete Local da Mouraria, Direcção Municipal
de Reabilitação Urbana, Lisboa
- Stathis Stiros*, Inst. of geology and mineral exploration,
National Technical University, Athens
- Paula Teves-Costa*, Centro de geofisica, Universidade de Li-
sboa
- Sabiha Touami*, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Ur-
banisme, Alger
- Panos Toulitos*, National Technical University of Athens,
Athens
- Denise Ulivieri*, Dipartimento di Storia dell'Arte, Università di Pisa
- Françoise Very*, Ecole d'Architecture de Grenoble



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali

Ravello

Gli autori





ANDREA BAROCCI

Consigliere 2015/2017 *ISI – Ingegneria Sismica Italiana*;
Coordinatore della sezione *Norme, Certificazioni e controlli
in cantiere*.

Titolare dello studio *Ingegneria delle Strutture*, RIMINI,
Membro dell'Organo Tecnico UNI Ente Nazionale Italiano di
Unificazione *UNI/CT 021 Ingegneria Strutturale*.

Membro del *Comitato regionale per la riduzione del rischio
sismico (CReRRS)* Regione Emilia-Romagna.

Autore, docente, blogger.

GIOVANNI BERTI

Ricercatore e docente a riposo. Ha svolto attività di ricerca
e didattica nei corsi di Fisica, Fisica Terrestre dell'Università
di Pisa, iniziando dalle tecnologie geochimiche e geofisiche.
Dal 1982 si è occupato di metodi e d'interpretazione dei se-
gnali da diffrazione dei raggi x (XRD). Dal 1994 è stato re-
sponsabile del gruppo europeo TC138/AHG2, poi WG10,
per definire gli standard tecnici dei metodi non distruttivi
XRD. A seguito dei risultati di ricerca, brevettati, ha fondato
XRD-Tools s.r.l, nata come spin off universitario. Pioniere
negli avanzamenti di ricerca relativi alle misure reticolari *in
loco* per diagnosi precoci su materiali di largo utilizzo indu-
striale (acciai e prodotti per l'edilizia, per i beni culturali e
museali, etc.), è autore di numerose pubblicazioni interna-
zionali di settore e vincitore di tre premi nazionali per le in-
venzioni. Ha collaborato con Opificio Pietre Dure,
RTM-Breda, CND Service; è stato partner d'istituti di ricerca
e PMI europee nel campo delle nanotecnologie, consulente
di DISMAT (Ag). È consulente dei laboratori sperimentali
Betontest per lo sviluppo di metodiche e tecnologie inno-
vative di diagnostica precoce per i materiali da costruzione
destinati a manufatti di pubblica utilità e monumentali.

FERRUCCIO FERRIGNI

Ingegnere urbanista. Esperto di protezione dell'edificato
storico nelle aree a rischio sismico attraverso il recupero
della Cultura Sismica locale, un concetto originale e un
nuovo approccio da lui definito alla fine degli anni '80 e at-
tualmente accettato a livello internazionale. Già docente di
Gestione dei sistemi urbani e territoriali presso l'Università

Federico II di Napoli, è dal 1990 Coordinatore delle attività del Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali di Ravello. Autore di libri e pubblicazioni sulla riduzione della vulnerabilità dell'edificato storico e sulla gestione dei paesaggi culturali.

MAURIZIO FERRINI

Architetto. Ha diretto dal 1982 il Servizio Sismico della Regione Toscana, avviando iniziative connesse alla classificazione sismica dei comuni e al controllo dell'attività edilizia dei Geni Civili. Ha coordinato: le attività di studio e ricerca in collaborazione con il GNDT/CNR, l'INGV e numerose università italiane; i censimenti di vulnerabilità di edifici pubblici produttivi prefabbricati e di edifici residenziali attivando specifici programmi VSCA per le indagini diagnostiche e vulnerabilità sugli edifici in c.a., VSM per le indagini diagnostiche e vulnerabilità sugli edifici in muratura e VEL per la valutazione degli effetti locali e microzonazione sismica; le attività di prevenzione su edifici pubblici e residenziali e quelle di riparazione dei danni post sisma.

Dal 2010 in quiescenza, ha partecipato a commissioni del Consiglio Superiore dei LLPP per la revisione delle NTC 08, per le LG per gli interventi nei centri storici in zona sismica, per la valutazione degli interventi sugli edifici prefabbricati per l'evento 2012 in Emilia. Componente del comitato scientifico dell'ANIDIS e delle commissioni per la ricostruzione dell'Aquila nella SSAC, nel gruppo coordinatori e successivamente nel CTG dell'USRA.

PIETRO GRAZIANI

Già direttore generale del MIBACT, ha ricoperto, presso il ministero, incarichi di vicesegretario generale, direttore generale presso il Dipartimento dello Spettacolo e lo Sport, direttore del Servizio di Controllo interno, membro del Consiglio Nazionale per i Beni Culturali e Ambientali e del Comitato di Presidenza per circa dieci anni, membro del Consiglio Nazionale dello Spettacolo, vicecapo dell'Ufficio Legislativo, vicecapo di gabinetto di più Ministri (Ronchey, Fisichella, Paolucci, Veltroni, Melandri), docente, dall'anno accademico 1984/1985, di *Legislazione di tutela dei beni culturali* presso l'Università "La Sapienza di Roma", Scuola di



specializzazione in restauro dei beni architettonici e del paesaggio (già "Scuola per il restauro dei monumenti"), responsabile dell'ambito beni culturali del master in Architettura, arte sacra e liturgia presso l'Ateneo Pontificio "Regina Apostolorum" - Università Europea di Roma. È stato ed è componente e/o revisore dei conti di istituzioni culturali: tra queste FAI Fondo Ambiente Italiano, Biennale di Venezia, Istituto Nazionale di Studi Verdiani, Fondazione Nenni, Istituto italiano per l'Africa e l'Oriente, Fondazione ZETEMA di Matera. Autore, tra gli altri, di numerosi saggi sul rapporto pubblico/privato nel settore dei beni culturali e di alcuni volumi sulla tutela, valorizzazione e organizzazione amministrativa, curati per l'Università "La Sapienza". Direttore responsabile della rivista "Territori della Cultura" del Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali di Ravello, del cui Comitato Scientifico è componente, responsabile culturale della rivista "Butterfly" Tiroide, cultura e solidarietà, presidente dell'Associazione Culturale "Mirabilia Italia" di Roma.

FRANCESCO GURRIERI

Professore ordinario di "Restauro dei Monumenti" nell'Università di Firenze (oggi in quiescenza), è fra i più attenti protagonisti del dibattito internazionale sui problemi della conservazione e valorizzazione dei beni culturali. Membro Icomos (International Council on Monuments and Sites), ha coordinato i lavori del Comitato nazionale per la salvaguardia della cupola di S. Maria del Fiore e ha fatto parte del Comitato internazionale per la salvaguardia della torre di Pisa. Ha svolto seminari a Parigi, Praga, Budapest, Brasilia, Buenos Aires. È autore di numerose monografie relative a monumenti come la cattedrale di Santa Maria del Fiore, la basilica di San Miniato, le piazze di Firenze. Dirige la rivista "Critica d'Arte" fondata da Carlo L. Ragghianti. È stato vicepresidente dell'Opera di Santa Maria del Fiore. È presidente della classe di Architettura dell'Accademia delle Arti del Disegno.

GIUSEPPE LUONGO

Professore Emerito di Fisica del Vulcanismo all'Università di Napoli "Federico II". Presidente dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche in Napoli. Componente del Comitato Scientifico del Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali di Ravello (CUEBC).

Ha ricoperto numerosi incarichi di direzione di istituti di ricerca e di progetti di ricerca. Ha svolto ricerche nei Settori della Vulcanologia e della Sismologia finalizzate alla mitigazione dei rischi. Ha partecipato e guidato numerose spedizioni scientifiche in Giappone, Himalaya, Africa e Sud America per lo studio delle aree sismogenetiche, di vulcanismo attivo e di interesse geotermico. È autore di oltre 250 pubblicazioni scientifiche e diversi volumi. Ha svolto un'intensa attività didattica con corsi ufficiali per le lauree in Geologia, Geofisica e Fisica e di divulgazione scientifica sulle problematiche dei rischi naturali.

CORRADO MONACA

Capo progetto "BM Sistemi, Betontest e Università di Catania in A.T.S. nella Ricerca Scientifica ed Innovazione Tecnologica", Distretto Tecnologico "Micro e nanosistemi". POR SICILIA 2000-2006, misura 3.14, settore delle "nuove tecnologie per le attività produttive" nel progetto "Sviluppo delle tecniche del fire safety engineering 204-2006". Esperto operativo del Consiglio Nazionale dei Periti Industriali e dei Periti Industriali Laureati nel gruppo di ricerca condotto con il Dipartimento Building Environment Science and Technology (B.E.S.T.) presso il Politecnico di Milano per la definizione degli indici di efficienza per la valutazione dello stato di fatto delle strutture realizzate. Amministratore unico della Betontest s.r.l., con esperienza trentennale come responsabile della sperimentazione per controlli di qualità dei materiali da costruzione, controlli e diagnostica di strutture e monumenti, con particolare riguardo a collaudi statici, prelievi, analisi non distruttive. Soggetto attuatore nell'ambito del programma "Horizon 2020-PON 2014/2020" del progetto di ricerca I.S.M.E.R.S. (Idoneità Statica Manufatti Edili nei centri storici ad alto Rischio Sismico: cartella clinica dell'edificio) che correla le proprietà micrometriche con quelle macrometriche dei materiali in opera nelle costruzioni civili. Il progetto è sviluppato in collaborazione con XRD-Tools s.r.l. e Università del Salento.



PIERO PIEROTTI

Professore di Storia dell'architettura a riposo, ha svolto la sua intera attività di docenza presso l'Università di Pisa, dal 1960 al 2008, prima come assistente di Storia dell'arte con Carlo Ludovico Ragghianti e in seguito tenendo corsi ufficiali di Storia dell'urbanistica, Storia dell'architettura e Storia dell'architettura medievale. Ha proposto nuovi metodi di ricerca sulla storia degli insediamenti umani, come *l'ecostoria* e la *sismografia storica*. Si è occupato applicativamente, anche organizzando stage estivi, di storia del paesaggio, restauro territoriale, architettura medievale, culture sismiche locali. In tema di ricerche sul campo, con riguardo al comportamento sismico dell'edificato storico, oltre che in Italia ha condotto esperienze dirette in Portogallo, Grecia insulare, Turchia, Israele, Giordania, Siria, Libano, Armenia e Iran. Ha scritto circa trenta monografie, ivi inclusi alcuni volumi di carattere letterario. Presidente di ArtWatch Italia dal 2005 al 2016, membro da circa trent'anni del Comitato Scientifico del Centro Universitario Europeo per i Beni culturali di Ravenna, presso il quale ha sviluppato programmi europei e tenuto attività di seminario.

CORRADO PRANDI

Consigliere Segretario 2015/2017 *ISI – Ingegneria Sismica Italiana*.

Componente della Sezione *Norme, certificazioni e controlli in cantiere*, attivo in rubriche ed attività comunicative promosse dall'associazione.

Ingegnere civile, titolare dello *Studio Tecnico Prandi*, Correggio, operante dal 1980 nel progetto, direzione lavori e collaudo di fabbricati pubblici e privati, nuovi ed esistenti.

VITTORIO SCARLINI

Consigliere Tesoriere *ISI – Ingegneria Sismica Italiana*.
Componente della Sezione *Norme, certificazioni e controlli
in cantiere*, attivo in rubriche ed attività comunicative pro-
mosse dall'associazione.
Ingegnere strutturista, partner dello *Studio Seismic &
Structures*, Verona, operante nel campo dell'ingegneria si-
smica su strutture nuove ed esistenti.

DENISE ULIVIERI

Docente di Storia dell'architettura presso l'Università di
Pisa, dove tiene i corsi ufficiali di Storia dell'Architettura e
di Architettura Vernacolare. Collabora con il Centro Univer-
sitario Europeo per i Beni Culturali di Ravello. È socio effet-
tivo di ICOMOS Italia, membro dell'Accademia degli
Euteleti di San Miniato e dell'Accademia dei Sepolti di Vol-
terra. È membro del CdA della Fondazione d'Arte "Trossi
Uberti" di Livorno e del Comitato Scientifico di esperti nel
disegno di architettura del Museo della Grafica (Palazzo
Lanfranchi, Pisa). Si occupa di architettura vernacolare e di
architettura contemporanea. In tema di architettura verna-
colare le sue ricerche mirano in particolare alla conoscenza
della tradizione costruttiva locale. È direttore della collana
editoriale "Quaderni di ecostoria", edita da Pisa University
Press. È autrice di molteplici articoli e saggi.