

Re
USO
MESSINA 2018

VI CONVEGNO INTERNAZIONALE
SULLA DOCUMENTAZIONE, CONSERVAZIONE E RECUPERO DEL
PATRIMONIO ARCHITETTONICO E SULLA TUTELA PAESAGGISTICA

ReUSO 2018

*L'intreccio dei saperi per
rispettare il passato interpretare
il presente salvaguardare il futuro*

a cura di
FABIO MINUTOLI



GANGEMI EDITORE[®]
INTERNATIONAL

VI CONVEGNO INTERNAZIONALE
SULLA DOCUMENTAZIONE, CONSERVAZIONE E RECUPERO
DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO E SULLA TUTELA PAESAGGISTICA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA – UNIVERSITÀ MESSINA – 11 • 12 • 13 OTTOBRE 2018

Direttore del Convegno

Raffaella Lione, *Università degli Studi di Messina*

Comitato Fondatore

Stefano Bertocci, *Università degli Studi di Firenze*
Fauzia Farneti, *Università degli Studi di Firenze*
Giovanni Minutoli, *Università degli Studi di Firenze*
Susana Mora Alonso-Muñoz, *Universidad Politécnica de Madrid*
Silvio Van Riel, *Università degli Studi di Firenze*

Comitato d'Onore

Rettore dell'Università degli Studi di Messina
Direttore del Dipartimento di Ingegneria, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Basile, *Università degli Studi di Messina*
Gianfranco Carrara, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Eleonora Della Valle, *Direttore dell'Archivio di Stato di Messina*
Di Caterina Giacomo, *Direttore del Museo Regionale Interdisciplinare di Messina*
Orazio Micali, *Sovrintendente BB.CC.AA. di Messina*

Comitato Scientifico

Alessio Altadonna, *Università degli Studi di Messina*
Dario Álvarez Álvarez, *Universidad de Valladolid*
Adriana Arena, *Università degli Studi di Messina*
Marina Arena, *Università degli Studi di Messina*
Calogero Bellanca, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Graziella Bernardo, *Università degli Studi della Basilicata*
Stefano Bertocci, *Università degli Studi di Firenze*
Mario Bevilacqua, *Università degli Studi di Firenze*
Giovanni Biondi, *Università degli Studi di Messina*
Vanessa Borges Brasileiro, *Universidade de Federal de Minas Gerais*
Emilio Cachorro Fernández, *Universidad de Granada*
Alessio Cardaci, *Università di Bergamo*
Agostino Catalano, *Università del Molise*
Massimo Chillemi, *Università degli Studi di Messina*
Antonio Conte, *Università degli Studi della Basilicata*
Pablo Alejandro Cruz Franco, *Universidad de Extremadura*
Riccardo Dalla Negra, *Università degli Studi di Ferrara*

©

Proprietà letteraria riservata
Gangemi Editore spa
Via Giulia 142, Roma
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa
pubblicazione può essere
memorizzata, fotocopiata o
comunque riprodotta senza
le dovute autorizzazioni.

Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e
all'estero anche in versione ebook.

Our publications, both as books and ebooks, are
available in Italy and abroad.

GANGEMI EDITORE^{spa}
INTERNATIONAL

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI OTTOBRE 2018
www.gangemieditore.it

ISBN 978-88-492-3659-0

Salvatore De Caro, *Università degli Studi di Messina*
Maurizio De Vita, *Università degli Studi di Firenze*
Francisco Del Corral del Campo, *Universidad de Granada*
Francesco Doglioni, *Università IUAV di Venezia*
Rodrigo Espinha Baeta, *Universidade Federal da Bahia*
Daniela Esposito, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Giovanni Falsone, *Università degli Studi di Messina*
Fauzia Farneti, *Università degli Studi di Firenze*
Ramón Fernández-Alonso Borrajo, *Universidad de Granada*
Antonio Fioravanti, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Ornella Fiandaca, *Università degli Studi di Messina*
Javier Gallego Roca, *Universidad de Granada*
Rafael García Quesada, *Universidad de Granada*
Maria Adriana Giusti, *Politecnico di Torino*
Antonio Gómez-BlancoPontes, *Universidad de Granada*
Antoni González Moreno-Navarro, *Diputación de Barcelona*
Antonella Guida, *Università degli Studi della Basilicata*
André Guilherme Dornelles Dangelo, *Universidade Federal de Minas Gerais*
Riccardo Gulli, *Università di Bologna*
Ricardo Hernández Soriano, *Universidad de Granada*
Nadia Ieksarova, *Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture*
Lorenzo Jurina, *Politecnico di Milano*
Raffaella Lione, *Università degli Studi di Messina*
F. Javier López Martínez, *Universidad Católica San Antonio de Murcia*
Domiziana Mandolesi, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
José María Manzano Jurado, *Universidad de Granada*
Giuseppe Margani, *Università degli Studi di Catania*
Sara Marini, *Università IUAV di Venezia*
Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*
Giovanni Minutoli, *Università degli Studi di Firenze*
Juan Carlos Molina Gaitán, *Universidad Politécnica de Cartagena*
Luca Molinari, *Seconda Università degli Studi di Napoli*
Juan Monjo Carrió, *Universidad Politécnica de Madrid*
Susana Mora Alonso-Muñoz, *Universidad Politécnica de Madrid*
Marco Morandotti, *Università degli Studi di Pavia*
Benjamin Mouton, *École de Chaillot, Paris*
Andrea Nanetti, *Singapore Nanyang Technological University*
Sibel Onat Hattap, *MimarSinan Fine Arts University, Estambul*
Antonello Pagliuca, *Università degli Studi della Basilicata*
Elisabetta Pallottino, *Università degli Studi Roma Tre*
Milagros Palma Crespo, *Universidad de Granada*
Luis Palmero Iglesias, *Universitat Politècnica de València*
Sandro Parrinello, *Università degli Studi di Pavia*
M^a Dolores Robador González, *Universidad de Sevilla*
Emanuele Romeo, *Politecnico di Torino*
Adriana Rossi, *Seconda Università degli Studi di Napoli*
Adela Rueda Márquez de la Plata, *Universidad de Extremadura*
Antonello Sanna, *Università di Cagliari*
Joao Santa Rita, *Universidade de Autonomia de Lisboa*
Vincenzo Sapienza, *Università degli Studi di Catania*
Marco Lucio Scarpa, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Sciarpi, *Università degli Studi di Firenze*
Jolanta Sroczynska, *Cracow University of Technology*
Riziero Tiberi, *Università degli Studi di Firenze*
Fabio Todesco, *Università degli Studi di Messina*
Marcos Tognon, *Universidade de Estadual de Campinas*
Silvio Van Riel, *Università degli Studi di Firenze*
Gaspere Massimo Ventimiglia, *Università degli Studi di Palermo*
Michele Zampilli, *Università degli Studi Roma Tre*
Eduardo Zurita Povedano, *Universidad de Granada*

Revisori

Alessio Altadonna, *Università degli Studi di Messina*
Adriana Arena, *Università degli Studi di Messina*
Marina Arena, *Università degli Studi di Messina*
Calogero Bellanca, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Stefano Bertocci, *Università degli Studi di Firenze*
Giovanni Biondi, *Università degli Studi di Messina*
Alessio Cardaci, *Università di Bergamo*

Agostino Catalano, *Università del Molise*
Massimo Chillemi, *Università degli Studi di Messina*
Antonio Conte, *Università degli Studi della Basilicata*
Francesco Doglioni, *Università IUAV di Venezia*
Rodrigo Espinha Baeta, *Universidade Federal da Bahia*
Daniela Esposito, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Fauzia Farneti, *Università degli Studi di Firenze*
Antonio Fioravanti, *Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*
Ornella Fiandaca, *Università degli Studi di Messina*
Rafael García Quesada, *Universidad de Granada*
Maria Adriana Giusti, *Politecnico di Torino*
Antonella Guida, *Università degli Studi della Basilicata*
Riccardo Gulli, *Università di Bologna*
Ricardo Hernández Soriano, *Universidad de Granada*
Nadia Ieksarova, *Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture*
Lorenzo Jurina, *Politecnico di Milano*
Raffaella Lione, *Università degli Studi di Messina*
Giuseppe Margani, *Università degli Studi di Catania*
Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*
Giovanni Minutoli, *Università degli Studi di Firenze*
Susana Mora Alonso-Muñoz, *Universidad Politécnica de Madrid*
Marco Morandotti, *Università degli Studi di Pavia*
Andrea Nanetti, *Singapore Nanyang Technological University*
Antonello Pagliuca, *Università degli Studi della Basilicata*
Milagros Palma Crespo, *Universidad de Granada*
Luis Palmero Iglesias, *Universitat Politècnica de València*
Sandro Parrinello, *Università degli Studi di Pavia*
Emanuele Romeo, *Politecnico di Torino*
Antonello Sanna, *Università di Cagliari*
Vincenzo Sapienza, *Università di Pavia*
Fabio Sciarpi, *Università degli Studi di Firenze*
Jolanta Sroczynska, *Cracow University of Technology*
Riziero Tiberi, *Università degli Studi di Firenze*
Fabio Todesco, *Università degli Studi di Messina*
Silvio Van Riel, *Università degli Studi di Firenze*
Gaspere Massimo Ventimiglia, *Università degli Studi di Palermo*
Michele Zampilli, *Università degli Studi Roma Tre*

Direttori Scientifici

Giovanni Falsone, *Università degli Studi di Messina*
Ornella Fiandaca, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Todesco, *Università degli Studi di Messina*

Coordinamento Scientifico

Ornella Fiandaca, *Università degli Studi di Messina*
Raffaella Lione, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*

Comitato Organizzatore

Alessio Altadonna, *Università degli Studi di Messina*
Adriana Arena, *Università degli Studi di Messina*
Marina Arena, *Università degli Studi di Messina*
Farneti Fauzia, *Università degli Studi di Firenze*
Lione Raffaella, *Università degli Studi di Messina*
Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*
Susana Mora Alonso-Muñoz, *Universidad Politécnica de Madrid*

Segreteria Organizzativa

Responsabile: Fabio Minutoli, *Università degli Studi di Messina*

Componenti:

Adriana Arena, *Università degli Studi di Messina*
Carmen Armenta-García, *Universidad de Granada*
Loredana Cavallaro, *Università degli Studi di Messina*
Alessandra Cernaro, *Università degli Studi di Messina*
Vincenzo La Monaca, *Politecnico di Torino*
Monica Lusoli, *Università degli Studi di Firenze*
Francesco Pisani, *Università degli Studi di Firenze*
Giuseppina Salvo, *Università degli Studi di Messina*

I testi, le traduzioni e le immagini sono stati forniti dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione dei testi è stata svolta dal curatore del volume con l'adozione del sistema di referaggio *double blind peer review*.

ReUSO

***L'intreccio dei saperi per
rispettare il passato interpretare
il presente salvaguardare il futuro***

A CURA DI
FABIO MINUTOLI

GANGEMI EDITORE®
INTERNATIONAL

Indice

Presentazione
Raffaella Lione

A. INDAGINI SUL BENE OGGETTO DI INTERESSE E CONOSCENZE PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO

- 19 Moisture content estimation in yellow Neapolitan tuff and clay brick by TDR
Rosa Agliata, Luigi Mollo
- 25 Il rilievo digitale: il caso di studio di Palazzo Ciampoli (Taormina – Messina)
Alessio Altadonna
- 37 Disegni di “rilievo” a Messina tra il XIX e il XX secolo
Adriana Arena
- 49 Preliminary materials characterisation, compatibility study and innovative intervention techniques: how TESELA faces the complex task of saving our architectural heritage
Anna Arizzi, Eduardo Sebastián Pardo, Juan D. López-Arquillo, Jorge Porta Igual, Dafne Bandín Martínez, Eugenio Navarro Torres, Julio Roldán Martín, Cristina Sebastián Jiménez, Raul Parrilla Fernández
- 61 La lettura del tessuto edilizio storico attraverso le fonti storiche e archivistiche. Il caso del borgo di S. Guglielmo a Ferrara
Valentina Aversa, Vita Lorusso
- 73 Giovanni Battista Antonelli e la difesa della costa spagnola sul Mediterraneo (1560-1580)
Claudio Babuscio
- 83 L'Ospizio Marino di Trapani. Un secolo di storia della costruzione
Tiziana Basiricò
- 93 La rappresentazione grafica della complessità nella valorizzazione della ferrovia dismessa Castelvetro - Porto Empedocle e del territorio agrigentino
Michela Benente, Cristina Boido
- 105 Il rilievo integrato per la conoscenza e la valorizzazione. I casi studio del convento di Itenhaem e delle rovine di Abarebebé sulla costa paulista (San Paolo, Brasile)
Monica Bercigli, Pietro Becherini
- 117 Earthquakes in historical city centers: methods for urban paths risk assessment and emergency availability based on historical buildings vulnerability
Gabriele Bernardini, Silvia Santarelli, Marco D'Orazio, Enrico Quagliarini
- 129 Il rilievo digitale come strumento di analisi dei fattori di rischio sismico. Casi studio in Messico: un isolato urbano a Città del Messico e il Monasterio de San Guillermo a Totolapan
Stefano Bertocci, Reynado Esperanza Castro, Matteo Bigongiari
- 141 Submarine slopes of the Messina seaport area: a model for the evaluation of the post-seismic serviceability conditions
Giovanni Biondi, Ernesto Cascone, Giuseppe Di Filippo
- 153 La Villa Manganelli di Ernesto Basile a Catania. Tra modernità e contemporaneità
Bibiana Borzi, Federica Carollo, Giuseppe Margani, Angelo Monteleone, Gianluca Rodonò, Vincenzo Sapienza
- 165 Outstanding Universal Value: analisi del sito di Ouro Preto, Brasile
Vanessa Borges Brasileiro, André Guilherme Dornelles Dangelo, Ana Clara Mourão Moura, Rogério Zschaber Palhares de Araújo, Marco Valle, Roberto Cerrato
- 175 Morfologia e fatti urbani dell'architettura *Lingnan*. Documentazione e analisi del tipo *Qilou*: il caso di Guangzhou
Marianna Calia
- 183 Tecnologia del gesso nell'edilizia storica nella Sicilia centrale. Conoscenza storica e problematiche conservative
M. Teresa Campisi
- 195 Il rilievo digitale per la documentazione morfologica: diagnostica e recupero del complesso monumentale di Al-Jazzar ad Aciri, Israele
Mariangela Canestrone, Raffaella De Marco, Anna Dell'Amico
- 207 Pinturas ocultas en la Capilla del Real Colegio-Seminario de Corpus Christi de Valencia (España): para un nuevo punto de vista sobre el proceso iconográfico
Margherita Cannoletta
- 219 Note per il progetto di conoscenza, conservazione e riqualificazione. Il Palazzo di Gaspare Sersale nel centro antico di Cosenza
Brunella Canonaco
- 231 Dalla conoscenza al riuso consapevole: il caso studio dell'ex-asilo San Filippo Neri a Dalmine
Alessio Cardaci, Antonella Versaci, Pietro Azzola
- 243 Edilizia residenziale pubblica a Firenze: l'indagine storica archivistica per la valutazione del comportamento strutturale
Vieri Cardinali, Marco Tanganelli
- 255 Case economiche per ferrovieri a Firenze: valutazione delle prestazioni sismiche di un intervento
Vieri Cardinali, Tommaso Rotunno, Marco Tanganelli
- 267 Verso una definizione di un indice di vulnerabilità “complessiva” dei nuclei consolidati: aspetti metodologici e di conoscenza
Federica Castiglione, Brunella Canonaco
- 279 Il “Case History” nel Fascicolo del Fabbriato: contenuti, gestione e strumenti. I suoi contenuti a partire dal patrimonio architettonico messinese
Loredana Cavallaro, Alessandra Cernaro, Giuseppina Salvo
- 291 Leggere per conservare: *documenta ex silentio*
Sofia Celli

- 303 Rilevare e rivelare: ripensare alle forme di rilievo e di rappresentazione del paesaggio lungo il fiume Tevere
Maria Grazia Cianci, Sara Colaceci
- 313 Palazzo Paveri Fontana a Fontana Pradosa di Castel San Giovanni (Piacenza). Ricerche e restauro
Anna Còccioli Mastroviti
- 325 *Smart cities* e comunità di saperi. Strategie per la conservazione, monitoraggio del patrimonio e processi di progettazione e manutenzione programmata
Antonio Conte, Antonella Guida
- 337 La investigación histórica, clave para el re uso: el caso del Águila Negra
Isabel Corripio Gil-Delgado
- 345 Il Project Financing per le strutture sanitarie: direzione e gestione manageriale del processo edilizio
Mario Cullurà
- 353 Le volte estradossate da Amalfi all'arcipelago campano. Applicazioni nella Certosa di Capri
Edoardo Currà, Fabrizio Di Marco, Stefano Podestà, Lorenzo Scandolo, Alberto White
- 365 Rilievo integrato per la conoscenza e documentazione del complesso termale dell'area archeologica di Tindari (ME)
Graziana D'Agostino, Maria Teresa Galizia, Michele Mangiameli, Giuseppe Mussumeci, Elisa Chiara Portale, Cettina Santagati, Gabriella Tigano, Rosa Torre
- 377 Il riuso delle memorie dei luoghi. La forma della memoria vs la memoria della forma
Sebastiano D'Urso
- 389 Il Castello di Carpenetta a Casalgrasso (CN): indagini e proposte per un bene da rifunzionalizzare
Daniele Dabbene
- 401 The restoration of "Casa do Padre Toledo", in Tiradentes, Brazil
André Guilherme Dornelles Dangelo, Celina Borges Lemos, Vanessa Borges Brasileiro
- 409 Le strutture metalliche del Palazzo di Giustizia di Roma nei disegni di Guglielmo Calderini
Fabrizio De Cesaris, Liliana Ninarello
- 421 Tecniche e tecnologie costruttive medievali degli arsenali marittimi e fluviali del Mediterraneo
Antonello Pagliuca, María Dolores Robador González, Domenico Debenedictis
- 433 Varigotti, rappresentazione dal vero, di un borgo saraceno, in Liguria
Nadia Fabris
- 443 Seismic vulnerability of a mixed masonry - concrete building: a case study in Messina
Isabella Failla, Roberta Santoro
- 455 Sant'Ignazio a Roma: il telaio ligneo della cupola dipinta. Tecniche tradizionali e tecnologie moderne
Lorenzo Fei
- 467 Una lezione barocca a Messina: i marmi mischi e tramischi. Dal significato simbolico alla concretezza materiale
Ornella Fiandaca
- 479 Infrastrutture territoriali: tutela e valorizzazione delle antiche vie armentizie
Loredana Ficarelli
- 491 Il riuso dell'architettura protoindustriale. Il caso-studio di un'ex ramiera
Pierfrancesco Fiore, Enrico Sicignano, Emanuela D'Andria
- 501 La fotogrammetria per il restauro. Modelli digitali e stampa 3D per l'integrazione delle superfici
Alessandro Fusco, Giuseppe Damone
- 509 La Pieve di Santa Maria a Buiano in Casentino. Metodi di rappresentazione per la valorizzazione dei complessi
Marta Gentili
- 517 Quando la croce di strade diventa piazza: analisi del centro storico di Villarosa
Marco Graziano, Alessandro Ambrosio, Ornella Garilli
- 529 La conservazione dell'ambiente ipogeo di Palazzo Campana: monitoraggi e prove di caratterizzazione propedeutici all'intervento
Benedetta Gregorini, Andrea Gianangeli, Gabriele Bernardini, Marco D'Orazio, Enrico Quagliarini
- 539 Per una storia materiale di un'icona del XX secolo: la costruzione del Novocomum di Giuseppe Terragni
Anna Greppi
- 551 Seismic resistance of traditional wooden buildings in Turkey
Gülru Koca
- 561 La piazzaforte di Riva del Garda nelle monografie dello Scacchiere Orientale
Sara Isgrò
- 573 La linea del Garda. Il gruppo fortificato di Riva nelle ricognizioni del Capitano di Stato Maggiore De Lutti
Sara Isgrò
- 585 Consolidamento di capriate lignee mediante presidi metallici attivi. Prove sperimentali e analisi dei risultati
Lorenzo Jurina, Andrea Antonio Bassoli, Mattia Almeri, Marco Cucchi
- 597 Disastri naturali e antropici e tutela penale del patrimonio artistico e paesaggistico
Emanuele La Rosa
- 605 Conoscere per conservare e valorizzare. Il Fondo de Beaumont-Bonelli dell'Archivio Jatta a Ruvo di Puglia
Andrea Leonardi
- 617 La Chiesa di Santa Cruz de Lorica (Colombia). Rilievo architettonico e analisi storica
Massimo Leserri, Gabriele Rossi, Keilly Mercado Pico
- 627 Salvare l'edilizia residenziale esistente: necessità, utopia o realtà possibile?
Raffaella Lione, Fabio Minutoli
- 637 Consumo di suolo zero. Lavoro, sviluppo e rilancio dei centri storici, delle periferie e delle aree urbane
Salvatore Lo Balbo
- 643 La importancia de la imagen para comunicar mundos
Emma Lomoschitz Mora-Figueroa
- 653 El Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla (1836-1986): ciento cincuenta años de evolución arquitectónica
Lucía López Cenamor
- 665 L'analisi e la ricerca storica come strumento di valorizzazione e conservazione del patrimonio architettonico locale: due casi studio nel Mugello
Monica Lusoli
- 677 Il palazzo dell'acquedotto di Bari. Modello grafico e sperimentazioni visive della corte interna
Gaetano Maiorano
- 687 Una propuesta de acercamiento al patrimonio constructivo mediante el uso de la fotomodelación: la Fábrica de Sombreros Fernandez y Roche de Sevilla
Gaetano Maiorano
- 699 Mediterranean city and flood: a systemic approach to risk mitigation
Silvia Mariani, Simona Mannucci, Michele Morganti, Federica Rosso, Carlo Cecere, Marco Ferrero

- 711 Appalti pubblici, protezione dell'ambiente e sviluppo sostenibile
Francesco Martines
- 719 Approcci semplificati per la determinazione della vulnerabilità sismica di opere d'arte: il Marzocco del Museo del Bargello, Firenze
Chiara Mattoni, Marco Tanganelli
- 731 Architetture verticali tradizionali a rischio in Sicilia orientale. Indagini speditive sul caso emblematico del centro storico etneo di Bronte
Attilio Mondello
- 743 La città sapiente: la nuova Biblioteca Civica nel Polo di Torino Esposizioni di Pier Luigi Nervi
Carlo Luigi Ostorero, Chiara Surra
- 755 Filologia documentaria e indagini materiali per il restauro della Biblioteca "Nino Colombo" di Bruno Zevi
Carlo Ostorero, Andrea Ferro
- 767 Sperimentazioni tecnologiche del '900. Il caso del "Palazzo della Civiltà" a Roma
Antonello Pagliuca, Pier Pasquale Trausi, Giuseppe D'Angiulli
- 779 Metamorfosi e riuso di un'architettura storica: da Kursaal a distilleria a fabbrica delle idee
Caterina Palestini
- 789 Il complesso dell'ex Ospedale Sanatoriale a Roma: la costruzione
Marina Pugnaletto, Cesira Paolini
- 801 La documentazione delle Porte Urbiche veronesi. Progetto di analisi per la proposta di piani di recupero sul sistema fortificato
Sandro Parrinello
- 813 Un metodo non distruttivo per la determinazione delle caratteristiche meccaniche di elementi architettonici in pietra sedimentaria: il caso del colonnato di Piazza delle Vettovaglie a Pisa
Roberto Pasqualetti, Domenico Dardano, Bruno Persichetti, Juan Carlos Miranda Santos
- 825 "Piazza Duomo e vie adiacenti" nei fondi dell'Archivio Storico del Comune di Messina tra preesistenze e trasformazioni urbane alle soglie del XX secolo
Francesca Passalacqua
- 837 Il rilievo della Certosa di Firenze. Catalogazione e analisi delle celle del chiostro grande per la gestione e la valorizzazione del complesso certosino
Francesca Picchio, Federico Cioli, Rolando Volzone
- 849 Il borgo murato di Monterone, studi per la riqualificazione urbana ed ambientale
Francesco Pisani
- 861 Análisis gráfico descriptivo del sistema de torres islámicas de la Sierra de Segura (Jaén). Una aportación al conocimiento de la arquitectura rural diseminada en Al-Andalus (s. XII)
Santiago Quesada-García, Guadalupe Romero-Vergara, Carmen Armenta-García
- 873 Visioni informali di città a impianto regolare
Paola Raffa
- 883 Dieci facciate nell'Avenida São João, SP, Brasile
Regina Helena Vieira Santos, Silvio Van Riel, Luciano Migliaccio, Stefano Bertocci
- 893 Pieve di San Michele a Metelliano, rilievo e analisi
Marco Repole, Giovanni Minutoli
- 903 Rischio sismico di aree urbane complesse: Progetto Sismed
Maurizio Ripepe, Giorgio Lacanna, Pauline Deguy, Maria Teresa Cristofaro, Mario De Stefano, Marco Tanganelli, Barbara Paoletti, Vieri Cardinali, Stefania Viti, Bruno Bertaccini, Emilia Rocco, Andrea Giommi
- 911 Levantamiento arquitectónico con programas informáticos de la fuente del órgano del Real Alcázar de Sevilla
Giovanna Rubini
- 917 La torre campanaria della Chiesa di Santiago Apóstol a Villalba de Los Alcores. Analisi di un caso emblematico nell'areale vallisoletano
Angelo Salemi, José Ignacio Sánchez Rivera, Attilio Mondello, Sebastiana Silvia Capuana, Roberta Seminara, Juan Luis Sáiz Virumbrales
- 929 Archeologia industriale e autarchia. La Laveria Lamarmora di Nebida
Antonello Sanna, Giuseppina Monni
- 941 To know in order to preserve: the case of the Colosseum in Rome
Concetta Tripepi, Fernando Saitta, Paolo Clemente, Giacomo Buffarini, Giovanni Bongiovanni
- 951 Los complejos monásticos atribuidos a Juan de Alameda en México (1528-1570). Estudio cronológico-tipológico de la arquitectura franciscana como método de investigación histórica para ilustrar el rol que desempeñó el fraile en la Nueva España
Manuel Eduardo Valiente Quevedo
- 963 L'ex convento dei Minori Osservanti di Ficarra: da luogo conventuale a Parco della Rimembranza e Museo dell'Arenaria
Silvio Van Riel, Fauzia Farneti
- 975 The adaptive reuse toolkit applied to the Olivetti's industrial site of Scarmagno
Elena Vigliocco
- 987 Projects of preservation. The case of Alessandria's fortresses
Elena Vigliocco
- 997 Il patrimonio "cavo". Architetture ipogee e spazio idraulico nella piana di Palermo
Calogero Vinci
- 1005 Storia e rappresentazione: la ricostruzione virtuale del Palazzo Grano a Messina
Enrico Vita
- 1015 Prove sperimentali su miscele di malte a vista: allestimento di un atlante operativo per interventi di manutenzione, conservazione, restauro
Marco Zerbinatti, Sara Fasana, Alessandro Grazzini
- 1025 Post-war architecture and its evaluation
Maria J. Żychowska, Andrzej Bialkiewicz

B. PROGETTI E INTERVENTI PER IL RESTAURO, IL RECUPERO, IL MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO PRESTAZIONALE

- 1035 Il fenomeno delle seconde case in ambito turistico: proposta di linee guida per il loro riutilizzo
Nicola Callegaro, Rossano Albatici, Maurizio Costantini
- 1047 Il Palazzo delle *Poste e Telegrafi* di Ancona: aspetti tecnico costruttivi e ipotesi di intervento
Tiziana Alderucci
- 1059 Progetto per il faro di Capo Santa Croce di Augusta
Alessandro Ambrosio, Ornella Garilli, Marco Graziano
- 1071 Reti per rigenerare città. Il riuso della ferrovia dismessa a Messina
Marina Arena, Massimo Di Gangi
- 1083 Agro Pontino e industria, abbandono e nuova vita. Le mutazioni di un territorio
Maria Argenti, Sabrina Pecorilli, Maura Percoco
- 1093 Recupero sostenibile dell'architettura tradizionale in Sardegna: un progetto di riuso per due case storiche della Marmilla
Carlo Atzeni
- 1105 Il restauro della passeggiata lignea nel parco termale di Buzias (Romania)
Gigliola Ausiello, Cornel Furdul, Sevastean Ianca
- 1115 Interventi architettonici contemporanei su ruderi: due casi brasiliani
Rodrigo Baeta, Juliana Nery
- 1127 La chiusura per dissesti statici, la programmazione del recupero, gli interventi manutentivi nel tempo: esperienza su alcune chiese della bassa Val d'Intelvi (CO)
Andrea Antonio Bassoli, Gianfranco Pertot
- 1139 El Acueducto de Segovia. Un vivo ejemplo de restauro y uso (Re Uso)
Calogero Bellanca, Susana Mora
- 1143 Strategie d'intervento per il riuso dell'esistente abbandonato o dismesso
Virginia Bernardini
- 1155 Il centro storico di Caselle in Pittari: progetto di conservazione e reuso
Daniela Besana, Marilena Scarpitta
- 1167 Rovine contemporanee: il complesso termale di Montesano sulla Marcellana
Antonio Bixio, Ilaria Butera
- 1179 Sperimentazione di sostanze ad effetto repellente nella difesa e recupero delle pinete litoranee della Toscana
Matteo Bracalini, Francesco Croci, Guido Tellini Florenzano, Rizio Tiberi, Tiziana Panzavolta
- 1189 Il Forte Aurelia Antica. Recupero e prospettive di riuso nel contesto urbano della Capitale
Bruno Buratti
- 1197 Restaurar la arquitectura, cambiar el uso, modificar el sentido
Gianluca Burgio
- 1203 Il restauro come conoscenza. Criticità tra teoria e pratica.
Susanna Caccia Gherardini
- 1213 L'Istituto professionale Giovanni Plana di Torino. Una proposta di intervento di conoscenza e valorizzazione
Carlo Caldera, Francesca Guarnieri, Giorgio Magnetti, Valentino Marziano, Caterina Mele
- 1225 Ingegneria strutturale "Made in Italy" in Sicilia negli anni del boom: il ponte San Vito a Ragusa (1960-64)
Francesco Cammarata
- 1235 Edilizia diffusa e vulnerabilità sismica dei centri storici siciliani. Linee guida per il recupero
Tiziana Campisi
- 1247 Fra natura e costruito. Unità edilizie storiche nel paesaggio naturale, interventi fra conservazione e valorizzazione
M. Teresa Campisi
- 1259 Rammed earth heritage in the City of Granada: an hypothesis of intervention for a Moorish house
Rosa Caponetto, Giada Giuffrida
- 1271 Progetto di ricostruzione di un'ala del castello di Carini, Palermo
Francesco Cardullo
- 1283 Recupero ed ampliamento del rudere Avignone a Messina
Francesco Cardullo
- 1295 Analisi storica e recupero funzionale del Teatro Mercadante in Napoli
Roberto Castelluccio, Alfredo Buccaro, Elena Mele, Pasquale Andrea Caliendo
- 1307 Le architetture di Piazza Impero a Ragusa: progetto di restauro delle opere di Ernesto Lapadula e Francesco Fichera
Alessandro Cavallo, Sara Di Lallo, Laura Laponi
- 1319 Il "Case History" nel Fascicolo del Fabbricato: contenuti, gestione e strumenti. La sua gestione a partire dal patrimonio architettonico messinese
Alessandra Cernaro, Loredana Cavallaro, Giuseppina Salvo
- 1331 The Byzantine Wall of Tebessa in Algeria: dialogue between cultural heritage and urban space
Samia Chergui
- 1341 La riscrittura architettonica come tecnica di rivalizzazione di strutture urbane mutilate
Domenico Chizzoniti, Flavio Menici
- 1353 Historical construction materials at Firenze (Italy): a selected supply at km 0
Massimo Coli, Tessa Donigaglia, Marco Tanganelli
- 1363 Da spazio industriale a luogo spirituale: la Chiesa dei *Beatos Mártires Valencianos* a Valencia (Spagna)
Daniela Concas
- 1375 Il risveglio del gigante dormiente. La riattivazione del complesso della SS. Trinità delle Monache a Napoli
Angela D'Agostino, Maria Pia Amore
- 1387 Scienza e prassi: le opere provvisorie in emergenza sismica
Matteo D'Andrea, Antonetta Nunziata, Eva Serpe
- 1399 La Chiesa di S. Callisto a Trastevere: storia e restauro
Viola D'Ettore
- 1411 Uncertainty impact on decisions related to historical buildings energy retrofit
Marco D'Orazio, Elisa Di Giuseppe
- 1421 La chiesa di S. Gregorio Barbarigo nel quartiere Eur a Roma, dal progetto di G. Vaccaro alle recenti trasformazioni: interventi progettuali e problematiche conservative
Roberta Maria Dal Mas
- 1433 Il ruolo dell'archeologia industriale nella società contemporanea. Metodologie di indagine e strategie di riuso
Laura Dal Pos, Gianluca Spironelli
- 1443 Una "Accademia en un insólito lugar". Un esempio di rigenerazione urbana a Bogotá
Annalisa Dameri, Paolo Mellano

- 1453 Il progetto di rigenerazione sensibile di un quartiere del centro storico di Genova
Enrico Dassori, Renata Morbiducci, Clara Vite
- 1465 Patrimonio industriale e arte contemporanea: sinergie per una nuova immagine della città
Pia Davico, Marika Mangosio
- 1477 "Restituir". Strategie di valorizzazione per una nuova identità delle Officine Reggiane
Cecilia Davoli, Valeria Comazzi, Cristina Coscia, Armando Baietto
- 1489 Progettare l'organizzazione del cantiere di recupero nell'ambito della ricostruzione post sismica a L'Aquila
Pierluigi De Berardinis, Gianni Di Giovanni, Eleonora Laurini, Marianna Rotilio
- 1501 Il Castello di Monasterace Superiore (RC). Restauro e storia di una architettura fortificata di fine XVI sec. in Calabria Ultra
Vincenzo de Nittis
- 1513 Compatibilità e retrofit energetico: l'adozione dei tessuti tecnici nel patrimonio culturale
Mariangela De Vita, Carla Bartolomucci, Pierluigi De Berardinis
- 1525 Materia in analogia e contrasto. Due interventi di recupero nel complesso monumentale della Cattedrale di Sora
Daniilo Di Donato, Alessandra Tosone, Matteo Abita
- 1537 Progettazione integrata per il recupero architettonico e funzionale. Un intervento multidisciplinare in un'architettura storica in Calabria
Angelo Di Chio
- 1549 Conoscenza e progetto per il riuso di spazi esistenti: un caso di studio
Elisabetta Doria, Marco Morandotti, Paolo Venini
- 1561 Ricerche sul comportamento di strutture murarie di pietra: soluzioni per il consolidamento e il miglioramento alle azioni dinamiche
Alessandro Grazzini, Sara Fasana, Marco Zerbinatti
- 1571 The role of knowledge in defining strategies for conservation and strengthening: a case study from the 2012 Emilia earthquake
Lia Ferrari, Eva Coisson, Sandra Manara
- 1583 Recupero di un anonimo monumento sepolcrale intitolata al regio Ministro della Pubblica Istruzione Guido Baccelli
Flavia Festuccia, Rossella Cremonini
- 1595 Progetti d'ombra e di paesaggio. Strategie d'intervento per i luoghi consolidati
Giovanni Fiamingo
- 1607 Progetto di riuso dell'ex Convento di S. Antonio come museo del barocco di Noto
Corrado Fianchino, Mariateresa Galizia, Gaetano Sciuto
- 1617 Nodi e criticità: studi propedeutici al progetto di restauro e adattamento museale dell'area archeologica del Tempio di Giove all'Isola Tiberina di Roma
Chiara Frigieri
- 1629 Dall'anagrafica dell'edilizia scolastica alla valutazione degli interventi di riqualificazione: alcuni casi di studio nella Città Metropolitana di Napoli
Marina Fumo, Gigliola Ausiello, Antonella Violano, Mariangela Buanne, Veronica Vitiello
- 1641 Sperimentazione di linguaggi dialettali per la reintegrazione delle superfici architettoniche
Claudio Galli, Livia Travaglini
- 1653 Posada Al-Funduq y acústica
Rafael García Quesada, José Antonio Almagro Pastor
- 1661 Recupero polifunzionale per uno spazio per lo spettacolo
Ornella Garilli, Alessandro Ambrosio, Marco Graziano
- 1673 Riqualificazione funzionale della Mensa Cravino di Pavia: nuovi spazi per gli studenti dell'Università di Pavia
Alessandro Greco, Gianluca Pietra, Giulia Leone
- 1685 Reconstruction and sustainability concept through samples
E. Sibel Hattap, Aysel Tarim
- 1693 Individuazione e valorizzazione di attrattori culturali del patrimonio edilizio esistente
Giuseppe Iarrera, Raffaella Lione, Fabio Minutoli
- 1705 Centine metalliche collaboranti per la messa in sicurezza di alcune volte nell'ex-Caserma della Neve a Piacenza
Lorenzo Jurina, Andrea Antonio Bassoli
- 1717 Apparati storico artistici e miglioramento sismico nel restauro post-sisma. Nuovo approccio metodologico
Alberto Lemme, Antonio Mignemi, Carmenzo Miozzi, Marianna Rotilio
- 1729 Riuso ed accoglienza: una proposta per Villagonia (ME)
Alessandro Lo Faro, Alessia Miceli
- 1741 Meccanismi incentivanti nazionali per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio pubblico
Mattia Luca
- 1753 Il recupero del patrimonio edilizio esistente a uso universitario
Simone Lucenti
- 1765 Il binomio fantasia-creatività o della tecnica, quando persegue esiti spaziali accoglienti, da ruderizzazioni
Claudio Marchese
- 1777 Ri-abitare le chiese chiuse
Sara Marini, Elisa Monaci
- 1789 Recupero e valorizzazione del patrimonio industriale dismesso: il caso dell'amiantifera di Balangero (Torino, Piemonte)
Manuela Mattone, Federica Scaffidi
- 1801 Il restauro per la valorizzazione delle Terme del Mitra (Ostia Antica)
Luca Menegatti
- 1813 Il recupero di Forte Tesoro, un valore culturale per lo sviluppo del territorio
Fiorenzo Meneghelli, Andrea Meneghelli
- 1825 Il "Foro Siracusano": indagine storico-urbanistica e possibile (ri)uso per fini turistico-culturali
Maria Miceli
- 1835 Riqualificazione impiantistica nell'edilizia esistente
Fabio Minutoli
- 1845 Trasformazione per sottrazione: la spoliatura dell'architettura
Antonello Monaco
- 1855 L'edificio "cava": soluzioni e sperimentazioni tecnologiche per un recupero ecoefficiente dei contesti urbani
Antonello Monsù Scolaro, Paola Pittaluga, Giuseppe Onni, Cristian Cannao
- 1867 The Franciscan Convent of Castelli in the Teramo area: historical review, analysis of structural considerations of the architectural restoration and proposed project
Valeria Montanari
- 1879 Il concetto di resilienza nel riuso del patrimonio costruito
Marco Morandotti, Daniela Besana, Cristina Cecchini, Andrea Chiesa
- 1891 L'uso dei complessi religiosi nelle città storiche. Il Monastero della SS. Trinità a Catania
Angela Moschella, Giulia Sanfilippo
- 1903 Corpi deposti. L'Architettura della Tonnara di Santa Panagia come tema di (ri)composizione archeologica
Vincenzo Moschetti

- 1915 Riflessioni su ripristino/rifacimento di elementi architettonici nel restauro
Placido Munafò, Tiziana Alderucci
- 1921 La tutela del patrimonio culturale e il ruolo delle politiche delle organizzazioni internazionali
Lucina Napoleone
- 1929 Tecnologie laser per i Beni Culturali: applicazioni e confronti
Rossana Netti
- 1937 Con uno sguardo diverso: dalla conservazione alla "rigenerazione" degli edifici di culto dismessi o sottoutilizzati
Francesco Novelli
- 1949 Adeguamenti funzionali e normativi finalizzati all'accessibilità e visitabilità dell'Aula Gotica del complesso dei SS. Quattro Coronati in Roma: lo strumento della deroga per i Beni Culturali
Fabrizio Oddi
- 1959 Urbanistica per il recupero ambientale. Il risarcimento paesaggistico del Monte Pirchiriano secondo una variante *ad hoc* di Piano Regolatore
Carlo Ostorero, Andrea Ferro
- 1969 El Castillo de la Guardia (Jaén). La recuperación de una arquitectura defensiva
Milagros Palma Crespo
- 1981 Per amor l'art. La recuperación del complejo industrial Bombas Gens en Valencia
Luis Manuel Palmero Iglesias, Graziella Bernardo
- 1993 Il complesso dell'ex Ospedale Sanatoriale a Roma: la riqualificazione
Marina Pugnaletto, Cesira Paolini
- 2005 La pratica del riuso come strumento del progetto di architettura
Laura Parrivecchio
- 2017 Efficientamento energetico e conservazione del patrimonio architettonico: indagini per l'edilizia scolastica del primo Novecento
Enrica Petrucci, Diana Lapucci, Noemi Lapucci
- 2029 L'architettura vernacolare dell'entroterra sardo: riflessioni sulla conservazione e il riuso degli stazzi abbandonati della Gallura
Sarah Elena Pischredda, Tommaso Vagnarelli
- 2041 Una macchina per l'antico. Progetto di musealizzazione degli scavi della villa romana di Valdonega a Verona
Michelangelo Pivetta, Natalia Liuzzi, Davide Lucia, Eleonora Sorbi
- 2053 L'ex Fiera Campionaria di Vicenza: analisi critica e strategie di valorizzazione architettonica
Margherita Possamai, Sofia Zanotto
- 2065 Architetture eclettiche del primo Novecento in Italia. Il restauro del Cinema Modernissimo di Bologna
Giorgia Predari, Riccardo Gulli
- 2077 Tutela, riuso e valorizzazione delle cave storiche abbandonate. Tra storia della costruzione, decostruzione e ricostruzione del paesaggio
Maria Giovanna Putzu
- 2089 Agrigento Chiaromontana: restauro e riqualificazione degli accessi storici della città medievale
Giovanni Minutoli, Claudio Re
- 2101 Rinforzo di una parete in muratura in zona sismica con sistema CAM: sperimentazione ed analisi numerica
Antonino Recupero, Nino Spinella
- 2113 Regeneration addresses for the Cafasso and Picciola working-class villages in the Sele Plain, Campania, Italy
Federica Ribera, Rossella Del Regno, Fabio De Guglielmo
- 2125 Da industria "dei veleni" a opificio "della memoria". Il progetto di conservazione dell'IPCA di Ciriè
Emanuele Romeo
- 2137 Progettare la cantierizzazione in un centro storico colpito dal sisma: un caso di studio
Marianna Rotilio, Eleonora Laurini, Pierluigi De Berardinis, Lucio Cococchetta
- 2149 Nuove strategie di trasformazione dello spazio
Salvatore Rugino
- 2161 Strutture della Villa Romana di Giannutri (Isola del Giglio – GR): lavori di restauro, valorizzazione e fruizione
Roberto Sabelli
- 2171 Ipotesi per il restauro del Ponte Maria Cristina di Borbone, con struttura sospesa a catene di ferro
Camilla Sansone
- 2183 *Limes Limen*. Marginalità urbane e riuso dei limiti
Marco Sapienza
- 2191 Riuso/rinnovo urbano
Adriana Sarro
- 2203 Il propileo del Foro Boario a Forlì. Re-uso della sala contrattazione per la vendita del bestiame come sala conferenze e restauro dei litocementi delle facciate monumentali
Andrea Savorelli
- 2215 Energy retrofitting of school buildings: energy audit of a case study
Fabio Scurpi, Cristina Carletti, Leone Pierangioli
- 2227 Qualità architettonica e accessibilità nella riqualificazione di edifici esistenti
Gaetano Sciuto, Cristina Cirfeda, Stefano Cascone
- 2239 Una proposta di recupero e riuso sostenibile di mulini ad acqua
Gaetano Sciuto
- 2251 Seismic solution based on the use of cross-laminated timber (CLT) panels with sliding joints as infilled earthquake bracing system for RC framed architectures
Michele Serpilli, Gianluca Maracchini, Francesca Stazi
- 2261 La chiesa di Sant'Aniello a Caponapoli, Napoli: un modello di restauro e riuso
Claudia Sicignano, Pierfrancesco Fiore
- 2269 Social value of heritage assets and Polish heritage protection policy
Jolanta Sroczynska
- 2281 La sostenibilità dei materiali nel recupero dell'architettura storica. Dalla tradizione ai nuovi criteri di efficienza energetica
Magdalena Tabak, Serena Baiani
- 2293 Dalla pedagogia dello spazio all'architettura educativa: costruzione di un dialogo volto al riuso dei luoghi della formazione
Maria Cinzia Tascone
- 2305 Sicurezza ed autenticità dell'architettura storica: aporie e prassi operative nel consolidamento degli edifici
Fabio Todesco
- 2317 La rifunzionalizzazione del patrimonio architettonico: un museo per il territorio nel Palazzo Beneventano di Scicli
Nicoletta Tomasello, Laura Arrabito, Santi Maria Cascone, Renata Rapisarda, Giuseppe Russo
- 2329 Decomposizioni metafisiche. Indagini sulla cultura feticista per il recupero dei luoghi della memoria
Francesco Tosetto, Marco De Nobili

- 2341 Riuso tra antico e moderno. Dalla trasformazione di Palazzo Ardinghelli al ripristino della Colonia montana a L'Aquila
Alessandra Tosone, Danilo Di Donato, Matteo Abita, Renato Morganti
- 2353 Il miglioramento microclimatico della città storica: 'uso efficiente' dello spazio aperto
Gaia Turchetti
- 2359 Il cantiere di restauro della facciata barocca del Palazzo Floridia-Bertini a Ragusa, patrimonio mondiale dell'Umanità (UNESCO)
Gaspere Massimo Ventimiglia, Giovanni Gatto
- 2371 Dal piano INA-Casa ad oggi: adeguamento funzionale dell'edilizia sociale degli Anni '50 a Catania
Matteo Vitale, Nicoletta Tomasello, Santi Maria Cascone
- 2381 The dialectic of the revival of the ruined churches of Odessa
Nadia Yeksarova, Vladimir Yeksarov

C. MULTIMEDIALITÀ E INFORMATIZZAZIONE DELLE CONOSCENZE, DEL PROGETTO, DELLA DIFFUSIONE

- 2393 L'innovazione tecnologica nel rilievo geometrico a supporto del fascicolo del fabbricato
Alessandra Amato, Massimo Chillemi
- 2401 Nuove tecnologie per il riuso del patrimonio architettonico minore
Adolfo F. L. Baratta, Laura Farroni, Fabrizio Finucci, Antonio Magarò
- 2413 Acquisition and interactivity of 3D representation connected with the virtual heritage
Alessandro Basso, Daniele Calisi
- 2427 Programmi informatici e strumenti digitali per la stratigrafia degli elevati. Applicazione a casi di studio su architetture medievali
M. Teresa Campisi, Angela Parisi
- 2437 Un dossier archivistico per la conoscenza di Casa Pedraglio
Marta Casanova
- 2443 Il disegno delle fortificazioni in Albania. Rilievi e rappresentazioni
Luigi Corniello
- 2455 Il video mapping come esperienza visiva di conoscenza architettonica
Michela De Domenico
- 2463 Il reuso delle città dopo il terremoto del 1693 nella Val di Noto: il caso di Catania e di Acireale
Giuseppe Di Gregorio
- 2471 Strumenti informatici per la gestione manutentiva dei beni edilizi. Template per un database di classificazione e controllo
Angelo Di Chio
- 2483 Metodologie integrate per la costruzione di una piattaforma finalizzata alla conoscenza, valorizzazione e fruizione virtuale della Tomba della Medusa di Arpi
Francesco Gabellone, Maria Chiffi
- 2495 Comunicare i beni culturali: ICT come strumenti di valorizzazione e innalzamento dell'accessibilità al Patrimonio. Il caso studio di Aquileia
Ilaria Garofolo, Barbara Chiarelli, Valentina Novak
- 2507 Conoscenza, conservazione e valorizzazione del patrimonio archeologico tra geomatica e restauro. Il Teatro Romano di Acinipo, Ronda La Vieja
Vincenzo La Monaca
- 2519 Modelli HBIM per la valorizzazione e gestione del patrimonio culturale. Il caso studio dell'Escuela Tecnica Superior de Arquitectura di Granada
Massimiliano Lo Turco, Piergiorgio Parisi, Antonio Gómez-Blanco Pontes, Esteban José Rivas López
- 2531 Metodo BIM: gestione dei cantieri edilizi nei centri colpiti da calamità naturali
Matteo Lucarelli, Eleonora Laurini, Marianna Rotilio, Pierluigi De Berardinis
- 2543 Arte e rappresentazione, fra realtà e suggestione
Massimo Malagugini
- 2555 La metodologia HBIM nel campo del restauro archeologico: il caso studio di Rocca San Silvestro
Sara Marchini, Giovanni Minutoli
- 2567 Riuso di dati e informazioni come soluzione per la conservazione digitale
Pasqualina Adele Marzotti, Costantino Landino
- 2579 Gioiosa Guardia: prime indagini per un progetto di valorizzazione e restauro attraverso metodologia HBIM
Giovanni Minutoli, Andrea Lumini
- 2591 Brolo: analisi e valutazioni per il recupero del suo centro storico
Giovanni Minutoli, Pier Paolo Lagani
- 2603 Archivi viventi: nuove alleanze tra beni conservati, forme di rappresentazione e metodi di diffusione del patrimonio tecnico
Giuseppa Novello, Maurizio Marco Bocconcino
- 2615 La progettazione antincendio attraverso la metodologia BIM
Marta Passalacqua, Giuseppe Gaspere Amaro
- 2625 Una piattaforma per la riqualificazione delle aree abbandonate di Padova
Enrico Redetti
- 2635 Il "Case History" nel Fascicolo del Fabbricato: contenuti, gestione e strumenti. I suoi strumenti a partire dal patrimonio architettonico messinese
Giuseppina Salvo, Loredana Cavallaro, Alessandra Cernaro
- 2647 Mixed reality nei Sassi di Matera: tra sensazioni reali ed esperienze irreali
Letizia Musai Somma, Roberto Blasi, Maria Federica Lettini, Roberto Pedone, Margherita Tricarico
- 2659 Nuove interazioni multimediali fra reale e virtuale: l'esempio della rappresentazione del territorio per la conservazione della memoria
Ruggero Torti

IL RILIEVO DIGITALE PER LA DOCUMENTAZIONE MORFOLOGICA: DIAGNOSTICA E RECUPERO DEL COMPLESSO MONUMENTALE DI AL-JAZZAR AD ACRI, ISRAELE

Mariangela Canestrone¹, Raffaella De Marco^{2*} e Anna Dell'Amico²

1: Università degli Studi di Pavia
mariangela.canestrone01@ateneopv.it

2: Università degli Studi di Pavia
raffaella.demarco@unipv.it

3: Università di Firenze
anna.dellamico@unifi.it

Keywords: Rilievo digitale 3D, analisi morfologica, riabilitazione funzionale, diagnostica strutturale, Acri

Abstract *The study of Al-Jazzar white mosque, in San Giovanni of Acre in Israel (UNESCO world heritage since 2001), concerned the documentation of the conservation status, conducted through digital technologies, of the monumental complex. The survey campaign, conducted in 2017, has produced a survey of the entire monument, considered today one of the main Muslim religious complex, in terms of size and importance, in Holy Land. The aim of the research is the realization of drawings and models capable of transmitting the historical and material value of the different environments and construction apparatus, developing reading systems for diagnostic analyses on the state of conservation. The survey has made possible to propose useful considerations to decipher signs and masonry stratifications also related to elements and materials of reuse, such as the columns from nearby Roman sites and Crusader cisterns. The project, responsible prof. S. Parrinello, is governed by an agreement with DICAr Department of Civil Engineering and Architecture of University of Pavia for the application of survey methodologies functional to the creation of a three-dimensional database for the documentation of the site, usable as a knowledge base for the development and archiving of structural and conservative diagnostic observations. The research highlights the potential of digital survey to plan recovery interventions and define guidelines for consolidation, functional rehabilitation and enhancement of historic environments in Al-Jazzar complex.*

1. INTRODUZIONE

La città di San Giovanni d'Acri, situata nella regione settentrionale di Israele, ha origini antichissime, il primo insediamento risale al IV millennio a.C, dove si trova l'attuale *Tel el Fubar*¹. Lo spostamento del nucleo della città, dall'entroterra alla zona litorale, è attribuito al dominio Fenicio, che all'epoca aveva il controllo del commercio e delle rotte marittime in tutto il mar Mediterraneo, e che pose le basi dello sviluppo commerciale della città nel VI secolo a.C con la costruzione del porto di Acri. Da lì a poco Acri diviene punto di riferimento per la navigazione del Mediterraneo Orientale, i diversi cambiamenti di toponomastica attribuiti alla città, conosciuta ancora oggi con diverse denominazioni, sono testimonianza e riflesso di una lunga storia fatta di diverse presenze e culture dominanti. [1] Una prima grande pianificazione urbana della città viene attuata da *El Daber*, sotto il quale, Acri trova posto al centro del programma politico ed economico dell'alta Galilea. E' con il governo del *pasha El-Jazzar*, nei decenni tra il XVIII e il XIX secolo, che Acri diventa protagonista della costa, un cantiere aperto in continua crescita: in questi anni, vengono costruiti edifici di carattere religioso, commerciale e amministrativo diventando un polo attrattivo per la popolazione, che confluendo nella città, contribuisce nello sviluppo delle aree libere costruendo dalle macerie nuove abitazioni. L'opera di costruzione di grandi edifici è volta al consolidamento del potere politico del pasha sulla città, tra questi viene costruito nel 1781, il grande complesso religioso della moschea di *Al-Jazzar*.² La moschea, situata a sud-est rispetto al palazzo del governo, viene costruita su parte di una piazza fatta realizzare da *El Daber*, vicino ai ruderi della basilica crociata di S. Giovanni, e al di sopra di una grande cisterna crociata che fino ad allora veniva utilizzata come pozzo. Con la costruzione della moschea *Al-Jazzar* opera anche la sistemazione della rete idraulica della zona nord, istituzionalizzata dalla collocazione della moschea stessa. Le acque, raccolte nel sistema delle cisterne, situato al di sotto del piano di calpestio della moschea, venivano utilizzate all'interno del complesso attraverso i tre pozzi collocati nel cortile sul quale si affaccia la *madrassa* ed andavano, inoltre, ad alimentare sia la vasca per le abluzioni situata di fronte all'ingresso della moschea sia il *Sebil*, la fontana pubblica collocata all'esterno a fianco dell'ingresso principale posta ad uso della popolazione. L'impianto della moschea viene inserito volutamente dal *pasha* all'interno del sistema commerciale dei *suq*, unendo così i due momenti della dimensione pubblica della città islamica, il momento religioso e quello commerciale. A sud la moschea era direttamente collegata al *suq al-Jadid*, sul lato est si apriva un ingresso secondario al complesso che la collegava al *suq al-Abyad* mentre a nord era posto l'ingresso principale sull'asse viario principale che la collegava alla porta della città. [2] La sua collocazione strategica, nel tempo, la vede teatro diversi episodi bellici le diverse ricostruzioni, non hanno alterato però, quella che era l'immagine del progetto originale. Nelle raffigurazioni dei viaggiatori di metà ottocento vengono delineati gli elementi identificativi che ritroviamo ancora oggi nello skyline della città: il monte Carmelo sullo sfondo, la presenza del porto, l'acquedotto, la moschea di Al-Jazzar con il suo minareto alto 40 m.

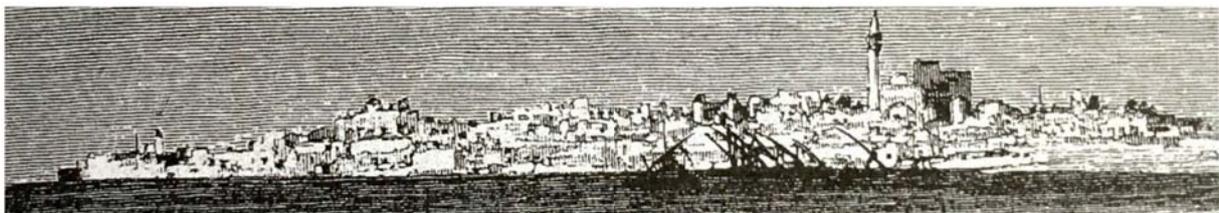


Figura 1. Acri, con i monumentali corpi architettonici della moschea e del minareto. Disegno della seconda metà dell'ottocento di autore anonimo, in L. Oliphant. *Haifa on life in the Holy Land*, 1882-1885, Jerusalem 1976.

La verticale del minareto della moschea concretizza l'ordine generale, innalzandosi al di sopra delle mura della città diventa punto di orientamento, per gli abitanti e per chi giunge dall'esterno, richiamando alla mente una prima suggestione dell'architettura cosmica, massima espressione nell'architettura islamica. Si ritrovano, in Acri, i caratteri dell'architettura della città islamica: la contrapposizione tra il rigore dello spazio geometrico, basato su una griglia rigida ortogonale della planimetria della moschea e lo spazio labirintico dei quartieri residenziali. [3] La moschea di *Al-Jazzar* fa riferimento al modello ottomano definito dall'architetto Sinan nel XVI sec., dato il suo ruolo congregazionale, sorge all'interno di un grande cortile di forma trapezoidale, il cui perimetro è delineato sui tre lati nord, est e ovest da un porticato ad arcate monumentali, sul quale si affacciano le celle della *madrassa*. Le colonne, poste a sostegno delle arcate, risultano tutte differenti l'una dall'altra perché ricavate da rocchi di diversa origine alcuni dei quali provenienti dal sito vicino di Cesarea. L'edificio religioso principale, a forma cubica, è sormontato da una cupola di 25 m di altezza, in origine di colore bianco, successivamente ridipinta di verde brillante, colore gradito ad Ali. A differenza dei tre lati che risultano intonacati di bianco, la facciata monumentale, preceduta da un portico con sei grandi colonne, è riccamente decorata da marmi policromi di pregio, che vanno ad enfatizzare il carattere dell'*architettura cosmica* islamica. Nel cortile sul lato destro della moschea, è posizionato un piccolo edificio, sormontato da due cupole bianche, all'interno del quale vi sono le due tombe monumentali di *Abmad Pasha El-Jazzar* e del figlio *Sül eyman*. Di grande pregio decorativo, inoltre, sono la fontana che i fedeli utilizzano per il rituale delle abluzioni posta in asse con l'ingresso monumentale della moschea, ed il *Sebil*, fontana pubblica posta sul lato esterno a fianco dell'ingresso principale. La moschea, oggi è ancora un grande punto di riferimento culturale per la città, da cui l'esigenza di azioni specifiche volte alla conservazione dell'immagine e del ruolo di questo prestigioso edificio.



Figura 2. Foto del complesso monumentale della Moschea di Al-Jazzar, Gennaio 2017.

2. IL PROGETTO DI RILIEVO E DOCUMENTAZIONE DELLA MOSCHEA

La campagna di indagine, condotta tra Gennaio e Aprile 2017, si inserisce all'interno di un progetto di riqualificazione della moschea promosso dalla Welfare Association³, che ha prodotto un sistema di documentazione digitale dell'intero monumento religioso. La finalità del progetto è stata la creazione di un database indicizzato, completo dei singoli elementi strutturali e decorativi, volto all'analisi diagnostica non invasiva dello stato conservativo del complesso, attraverso la realizzazione di disegni bidimensionali e modelli tridimensionali altamente descrittivi. Date le differenti complessità delle fabbriche del complesso monumentale, il progetto di documentazione digitale ha previsto l'utilizzo di una metodologia di acquisizione di rilievo integrato: quella *Range-based*, con strumentazione *laser scanner* volta all'acquisizione dei dati metrici complessiva dell'intero

sistema architettonico, ambienti interni e esterni, minareto e cisterne sotterranee; ed in parallelo un'acquisizione *Image-based* tramite fotogrammetria SfM (*Structure from Motion*) concentrata sull'acquisizione di dati qualitativi colorimetrici delle superfici. Le fasi di acquisizione sono state impostate seguendo dei percorsi definiti sulla base dei diversi livelli di calpestio che caratterizzano l'impianto religioso (livello strada, il cortile, le coperture, il matroneo, il ballatoio della cupola, tutto l'impianto della scala a chiocciola che si snoda fino alla sommità del minareto, il livello sotterraneo delle cisterne), prestando una particolare attenzione nel predisporre riprese individuando punti omologhi nella morfologia delle strutture o attraverso l'utilizzo di *target* di riferimento opportunamente posizionati, tra le diverse quote utili all'unione dei dati.

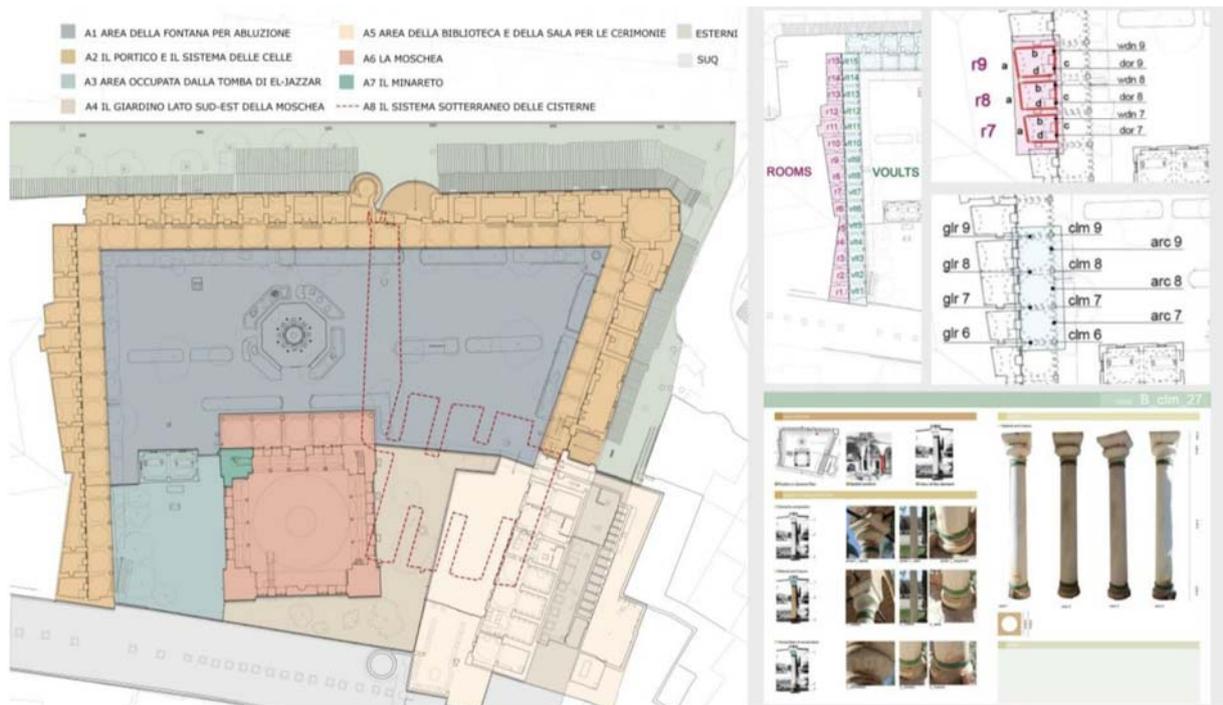


Figura 3. In figura, lo schema riassuntivo dell'individuazione delle diverse aree analizzate della moschea, e i relativi codici alfanumerici.

Gli ambienti delle cisterne ed il minareto hanno riscontrato maggiori problematiche in fase di acquisizione. Nel caso delle cisterne, il percorso è stato obbligato su due livelli di calpestio: quello delle cisterne e quello rialzato individuato da una passerella mobile installata lungo tutto il percorso. Inoltre, essendo ambienti privi di aperture, è stato necessario predisporre delle luci lungo tutto il percorso per illuminare adeguatamente le aree per le riprese fotografiche. Il dato acquisito è stato referenziato al resto della banca dati attraverso l'individuazione di punti omologhi posizionati nei due punti di accesso alle cisterne: l'ingresso principale posto sul perimetro est e una botola d'ispezione posizionata a nord lungo il perimetro esterno tra l'ingresso ed il *Sebil*. Nel caso del minareto, le dimensioni ridotte del vano scale permettevano un raggio di azione molto limitato, impedendo l'acquisizione con strumentazione *laser scanner* e rendendo necessario un rilievo SfM dell'interno referenziato tramite dei *target* di riferimento posizionati nei punti di accesso al minareto e nella sommità; questi ultimi sono stati acquisiti anche con lo *scanner* e hanno permesso di referenziare il dato acquisito con la banca dati della nuvola di punti. Al fine

di ordinare tutto il materiale acquisito in un unico database informativo per i diversi livelli analisi, l'intera area è stata scomposta in microaree, all'interno delle quali sono stati individuati i diversi locali, gli elementi strutturali, il sistema delle aperture, gli elementi decorativi distintivi, ed infine la vegetazione. Sono otto le microaree individuate all'interno del perimetro della fabbrica, sulla base della loro funzione e di limiti geometrici dettati dalla planimetria del complesso: l'area della fontana per abluzione (A1), il portico con il sistema della celle (A2), l'area occupata dalla tomba di *Al-Jazzar* (A3), il giardino al lato sud-est della moschea (A4), l'area dove sono presenti la biblioteca e la sala per le cerimonie (A5), la moschea (A6), il minareto (A7), ed il sistema sotterraneo delle cisterne (A8). Per ogni area, è stato previsto il censimento di tutti gli elementi architettonici, ai quali è stato assegnato uno specifico codice alfanumerico composto da acronimi relativi all'identificazione tipologica e la successiva numerazione. L'utilizzo di codici identificativi ha consentito una più facile gestione e consultazione dell'archivio composto da una grande quantità di dati di diversa natura ed estensione, in questo modo l'archivio digitale è risultato adattabile a diverse esigenze di ricerca ed implementabile a diversi livelli di ricerca e di approfondimento. Ai fini dell'analisi strutturale sono stati analizzati, inoltre, tutti i paramenti murari che circondano il perimetro esterno della moschea e l'intera area confinante del *Suq*. Dal rilievo sono stati ottenuti elaborati tecnici grafici 2D sui quali è stato possibile sviluppare lo studio e le indagini diagnostiche relative allo stato di conservazione del complesso, ed elaborati 3D sui quali è stato possibile strutturare un'analisi non invasiva sulla stabilità strutturale dei diversi locali del corpo di fabbrica. [4]

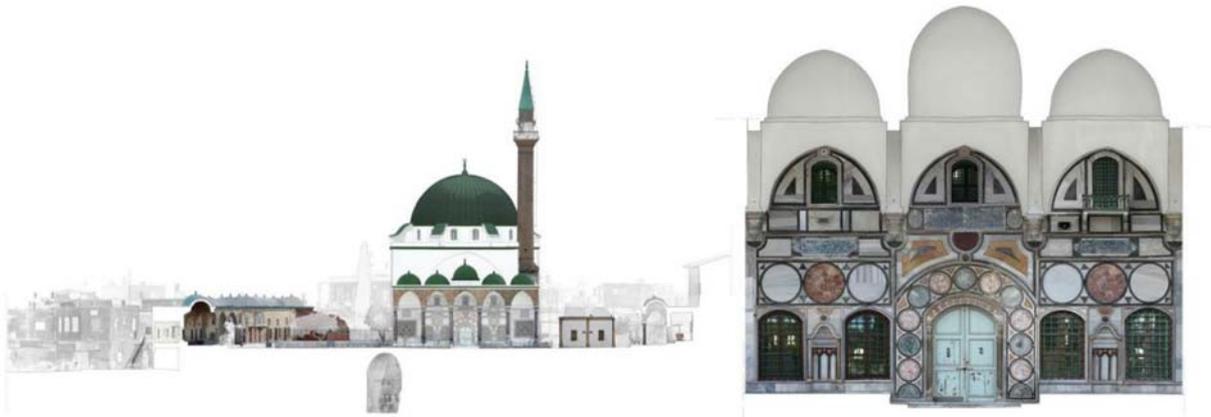


Figura 4. A sinistra: sezione ambientale che attraversa il cortile della moschea dalla quale è possibile apprezzare la relazione tra l'impianto della moschea con il *suq* confinante e le cisterne ipogee crociate; a destra: il dettaglio del ridisegno del decoro della facciata monumentale.

3. MORFOLOGIA VIRTUALE PER L'ANALISI DEL DATO ARCHITETTONICO STRUTTURALE

La generazione di un database digitale di carattere integrato del complesso architettonico di Al-Jazzar ha rappresentato un'opportunità di congiunzione ed interazione di dati di documentazione altrimenti dispersi, a seguito dei differenti sistemi di acquisizione digitale adottati per il rilievo metrico e fotografico. Le caratteristiche architettoniche dell'apparato edilizio religioso, tipiche della tradizione islamica, si congiungono ad un panorama di valori storici, costruttivi e urbani che determina una singolarità di analisi inscindibile dalla sua contestualizzazione locale e paesaggistica, dove tale configurazione comporta una consapevole revisione ed integrazione di

modalità, metodologie e obiettivi di documentazione applicabili nel contesto del Medio Oriente [5] [6]. La complessità costruttiva del sito è evidente dalla conformazione dei suoi ambienti e dalle soluzioni costruttive adottate nella sua evoluzione storica: l'intera area, rialzata rispetto al piano stradale, poggia sul monumentale sistema di cisterne crociate interrate, esteso dalla porta Est della *madrasa* fino all'ingresso Nord del complesso, e fiancheggiante il basamento fondale del corpo principale della moschea; il corpo perimetrale della *madrasa*, invece, è caratterizzato dalla relazione tra ambienti interni voltati e campate di accesso al porticato coperte da cupole e sostenute da colonne a rocchi compositi, con complesse relazioni tensionali volte a garantire la staticità delle componenti costruttive. Tale coesistenza multipla di unità strutturali ha condotto alla categorizzazione di metodologie applicate e dati raccolti verso sovra-strutture rappresentative d'insieme, individuando nel rilievo geometrico digitale del complesso un sistema di comparazione ed indagine critica del dato architettonico valido per le casistiche riscontrate.

La documentazione morfologica dalle superfici murarie, caratterizzante le forme monumentali di moschea e *madrasa* dalla scala architettonica al dettaglio tecnico-costruttivo, ha sviluppato processi di post-produzione del dato virtuale finalizzati alla localizzazione e quantificazione di fenomeni comportamentali e criticità statiche insiti nell'apparato strutturale degli ambienti storici. Nella comprensione delle meccaniche murarie di paramenti, sistemi voltati e cupole, la regola formale ha rappresentato l'invariante chiave mantenuta inalterata nella trasposizione dal reale al database virtuale, strutturando l'interazione tra architettura e operatore sia nella scomposizione logica delle strutture costitutive che nella fedeltà formale all'imperfezione muraria [7].

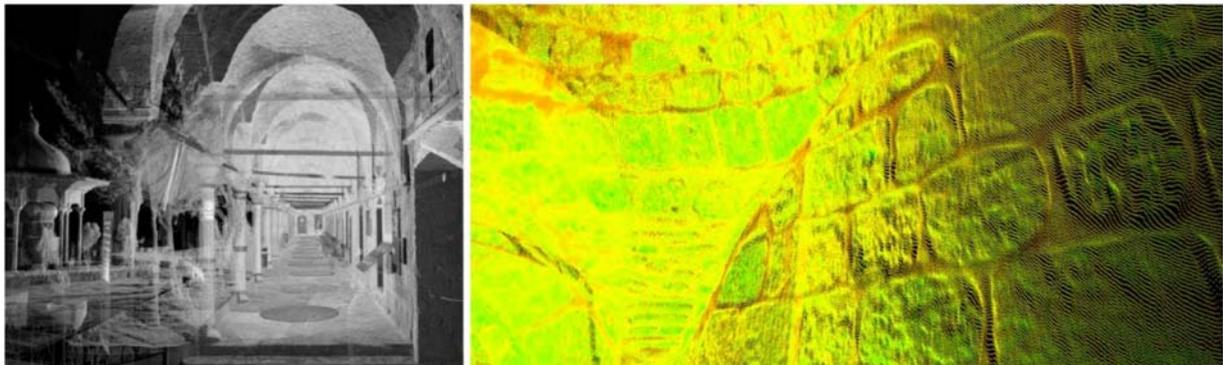


Figura 5. Dettaglio del database *Range-based* da *laser scanner* nella porzione del porticato della *madrasa*, con qualità e densità della nuvola di punti misurata in corrispondenza dei paramenti murari.

Dal rilievo digitale eseguito sull'intero sito è stata derivata un'analisi di dettaglio sui principali componenti strutturali, paramenti e coperture presenti negli ambienti del complesso e caratterizzanti la forma evolutiva storica del sito attraverso gli interventi Crociati e Mamelucchi. L'elevata affidabilità metrica consentita dai sistemi di acquisizione *range*, condotti attraverso strumentazione *laser scanner* con sensibilità di misurazione millimetrica, è stata adottata sia in modo diretto, interagendo con la nuvola di punti complessiva nell'interrogazione di parametri geometrici e aree fuori piano, sia come strumento di controllo e gestione di un esteso catalogo di Unità Strutturali SfM, permettendo l'istituzione di un sistema di riferimento metrico unificato UCS per l'integrazione referenziata dei dati fotogrammetrici [8].

Il rilievo fotogrammetrico SfM, solitamente dedicato all'acquisizione colorimetrica in funzione di parametri di ripresa fotografica, è risultato sperimentale per la modellazione 3D dedicata all'analisi strutturale [9]. Le condizioni di acquisizione fotografica, condotte in presenza di luce

soffusa, naturale e uniforme nel portico e artificiale controllata nelle cisterne, hanno garantito un'elevata qualità di dato fotografico, controllando puntualmente le caratteristiche colorimetriche acquisite e prevenendo distorsioni e deformazioni ricostruttive nei modelli generati. Tramite un controllato orientamento metrico, i modelli SfM sono risultati competitivi in termini di accuratezza e affidabilità come strumenti di rapida indagine per la diagnostica, garantendo all'interno della loro proprietà morfologica, correttamente e sensibilmente conservata attraverso le procedure di filtraggio e triangolazione poligonale, una rappresentazione spaziale capace di superare il disagio di lettura costruttiva del manufatto per sole viste piane.

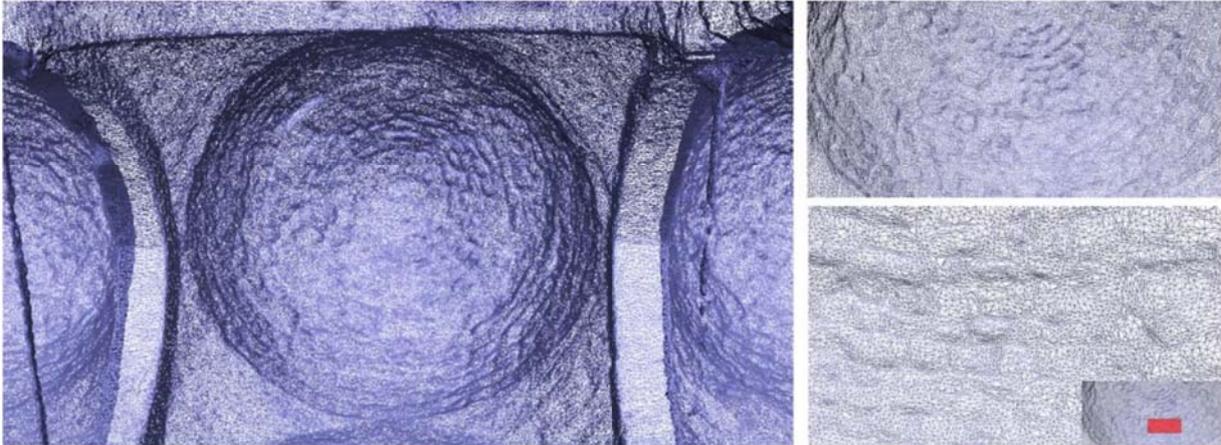


Figura 6. Modello SfM della cupola n°31 della *madrasa*, con dettaglio di ricostruzione poligonale delle proprietà morfologiche dei corsi in blocchi di pietra.

Il rilievo estensivo del complesso di Al-Jazzar è stato completato con porzioni di approfondimento mirato eseguite su Classi di elementi strutturali, in particolare minareto, cupole e colonne del porticato e le volte delle cisterne sotterranee, permettendo di raggiungere un grado di dettaglio documentativo localizzato ed intensificato su singole Istanze e referenziato al database complessivo attraverso l'integrazione dell'informazione metrica. La ricostruzione fotogrammetrica, dall'allineamento ed intensificazione di nuvole dense di punti alla triangolazione di superfici *mesh*, ha permesso di elaborare modelli numerici *reality-based* aderenti alle superfici murarie, così trasmutate da dati discreti a superfici poligonali continue conservando il dettaglio di lavorazione e stato di conservazione dei singoli blocchi in pietra. In particolare, l'indagine condotta sui sistemi porticati della *madrasa* ha prodotto un catalogo di 44 cupole in muratura di pietra, acquisite con camera *reflex* Nikon D3300 da postazione a terra e processate in *chunk* di circa 18 milioni di poligoni l'uno, con lato medio a sensibilità di lunghezza 5 mm.

La digitalizzazione degli apparati voltati presenti presso il sito di Al-Jazzar ha permesso di condurre, in fase di post-produzione, analisi più approfondite sulle proprietà geometriche delle conformazioni strutturali, sviluppate alla macro-scala delle istanze costruttive con un grado di dettaglio mantenuto fino alla dimensione lapidea. La gerarchizzazione dei valori di curvatura delle superfici *mesh*, assegnate ad una scala colori graduata, ha evidenziato aree omogenee interessate da cedimenti diffusi e fenomeni di espulsione dei blocchi lapidei a causa delle condizioni di eccentricità presenti nella disposizione dei corsi murari. Tali caratteristiche sono state confermate anche attraverso l'elaborazione delle superfici numeriche delle cupole con software di *reverse modelling*, sezionando le unità con piani perpendicolari alla superficie di imposta e valutando le deformazioni presenti rispetto alla configurazione geometrica ideale.



Figura 7. Caso studio della cupola n°31 del portico della madrasa: rilievo fotografico, analisi delle curvature della superficie numerica nei punti di depressione muraria, interazione e analisi del modello numerico per l'estrazione di sezioni di dettaglio della configurazione strutturale in sito.

La ricerca di lesioni e dissesti, entrambi classificati come variazioni formali del dato superficiale acquisito, ha condotto all'individuazione di corrispondenze biunivoche tra stato deformativo e vulnerabilità conservativa, a sua volta criticamente interpretata nella specificità di modalità costruttive e come componente indotta da trasformazioni di indebolimento e frammentazione della continuità strutturale.

4. L'USO DELLE INFORMAZIONI DELLA DOCUMENTAZIONE PER UNA LETTURA CRITICA DEGLI ELABORATI

La gestione e l'integrazione delle diverse metodologie di rilevamento impiegate in questo ambito di studio, in particolare il dettaglio metrico dal *laser scanner* associato al dato qualitativo colorimetrico dell'approccio fotogrammetrico, ha evidenziato le potenzialità del rilievo integrato in termini di affidabilità e versatilità nella fase di post-produzione. Tale strategia metodologica ha permesso di avviare indagini diagnostiche sullo stato di conservazione del Bene Architettonico con un approccio speditivo e non invasivo, rappresentando il primo tassello per la redazione di un successivo progetto di messa in sicurezza e relativo consolidamento⁴ [4].

L'elaborazione del materiale digitale attraverso un'attenta restituzione dello stato di fatto in elaborati tecnici bidimensionali, colorimetrici e il corrispondente censimento per offrire una lettura architettonica del sito analizzato, unito all'analisi delle fonti storiche e documentarie hanno contribuito alla realizzazione di un corpus digitale dal quale estrapolare informazioni utili alla redazione di disegni tecnici specifici, in diversi formati, per offrire una lettura critica del manufatto e valutare le cause di possibili incrementi del quadro delle fessurazioni. Per tale ragione è risultato indispensabile monitorare costantemente i valori di accuratezza e risoluzione, al fine di garantire un elaborato finale affidabile e sul quale sviluppare le indagini diagnostiche strutturali e conservative⁵. Sulla base dei dati raccolti dagli elaborati tecnici e dal rilievo tridimensionale sono state realizzate indagini più approfondite sullo stato deformativo e sulla stabilità strutturale di ogni paramento del complesso architettonico, scomponendo il modello globale, discretizzandolo nelle sue componenti, per offrire una lettura gerarchica dello spazio dal particolare al generale: tale approccio ha permesso di descrivere a vari livelli la complessità della banca dati elaborata e riconoscere le corrispondenti relazioni presenti alla macro scala con l'obiettivo di definire delle linee guida d'intervento e supportare le scelte progettuali nel cantiere di restauro. Il censimento e

la catalogazione del complesso architettonico della Moschea di *Al Jazzar* è stato sviluppato analizzando ogni sistema strutturale omogeneo nei suoi elementi. La documentazione di puntuali fenomeni di instabilità strutturale, confrontati nella valutazione di possibili relazioni di causa-effetto, ha seguito la scomposizione in macro blocchi di indagine: i Fronti esterni, il Porticato, la Moschea e il Minareto. L'entità delle deformazioni sono state valutate grazie allo studio degli scostamenti murari fuori piano, che insieme alla rielaborazione dei dati forniti dalla nuvola dei punti da cui è stata estrapolata l'*elevation map*, metodo di visualizzazione della nuvola dei punti associata ad una gradazione di colore diversa in base alla progressiva distanza di ogni punto da un piano di riferimento assunto ideale, ha permesso di sviluppare un'ipotesi di deformazione sul piano verticale dei paramenti murari [10].

La catalogazione delle patologie di degrado superficiale di ciascun fronte è stata effettuata applicando le raccomandazioni NorMal-1/88. con l'impiego di una polilinea chiusa campita da retino, diversa per ogni tipologia di degrado. Le forme più diffuse di alterazione dei materiali che interessano gli ambienti che affacciano sul cortile sono costituite da macchie, dilavamento e distacchi, oltre alla presenza di fessurazioni visibili sul fronte esterno nella zona d'angolo posta a Nord-Est causate probabilmente da un intervento di demolizione di una parete interna. Il rilievo eseguito all'interno delle celle ha evidenziato modifiche delle condizioni architettoniche originarie: la chiusura di canne fumarie preesistenti e il tamponamento di numerose finestre hanno reso minimo il ricambio d'aria provocando problemi relativi all'umidità quali efflorescenza, distacco e patine biologiche. La rappresentazione dello stato di fatto e dei fenomeni analizzati attraverso la redazione di disegni tecnici, di elaborati colorimetrici e il censimento degli elementi architettonici ha agevolato l'interpretazione critica e la valutazione dei successivi interventi operativi di pulitura da eseguirsi sui materiali lapidei.

La progressiva trasformazione degli ambienti nel corso degli anni ha determinato situazioni problematiche, mostrando evidenti criticità strutturali. Gli archi della scuola coranica coperti da cupole su pennacchi, con spinte contenute da tiranti metallici disposti su tre lati, introducono ad ambienti voltati a botte con orditura parallela al fronte. Tale schema statico è risultato oggi poco efficace a causa degli interventi di demolizione del sostegno delle murature portanti effettuati in epoca recente: i dissesti provocati dalla spinta normale ai paramenti unita alla conseguente depressione delle volte ha generato un quadro di fatiscenza influenzante le strutture adiacenti.

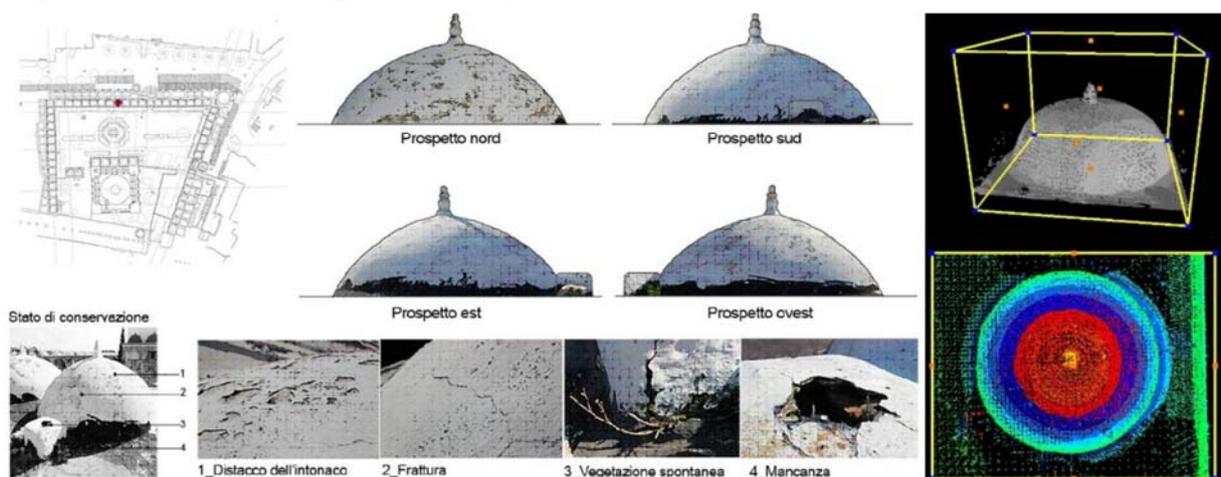


Figura 8. Studio delle forme di degrado della cupola n°23, vista della nuvola dei punti e visualizzazione delle curve di livello in base alla gradazione di colori.

È stato pertanto necessario esaminare le strutture degli ambienti sottostanti, accessibili dal livello stradale dove sono state rilevate lesioni negli ambienti voltati in corrispondenza del disallineamento dei setti murari tra i piani di calpestio. La redazione di planimetrie a diversi livelli e la mappatura del quadro fessurativo sono state comparate con i risultati dei dati estrapolati dall'*elevation map* permettendo di verificare, tramite la sovrapposizione delle piante, i punti di criticità dove è doveroso effettuare un approfondimento strutturale e probabilmente ripristinare l'originario sistema statico.

Per quanto riguarda l'analisi del sistema fessurativo e dei dissesti delle cupole su pennacchi, al fine di valutare l'entità delle deformazioni rispetto al baricentro e l'eventuale eccentricità d'asse, sono stati redatti i fotopiani di tutti i fronti delle cupole con relativa catalogazione dei degradi superficiali presenti nell'estradosso. Parallelamente sono state sfruttate le potenzialità offerte dal *laser scanner* per ricostruire le curve di livello attraverso una scala di colori di dieci gradazioni (blu, verde, giallo e rosso) a ripetizione dove ogni variazione corrisponde ad un range di 1 cm: in questo modo è stato possibile valutare gli spostamenti e le deformazioni di ciascuna cupola.

La documentazione dello stato di conservazione materica e strutturale della Moschea ha mostrato maggiori problematiche interessanti il Minareto, che presenta una visibile inclinazione, confermata dalle sezioni verticali e dagli studi di eccentricità planimetrica. La mappatura dei degradi e del quadro fessurativo ha evidenziato come le principali lesioni sono presenti nella parete Sud, con andamento orizzontale, e Nord con lesioni verticali e frattura dei blocchi murari. Sulla base delle riflessioni raccolte relative all'analisi dello stato di deformazione risulta necessario eseguire approfondimenti strutturali e valutare interventi di ristrutturazione effettivamente a vantaggio della sicurezza o di sovraccarico per la struttura gravata da ristrutturazioni precedenti.

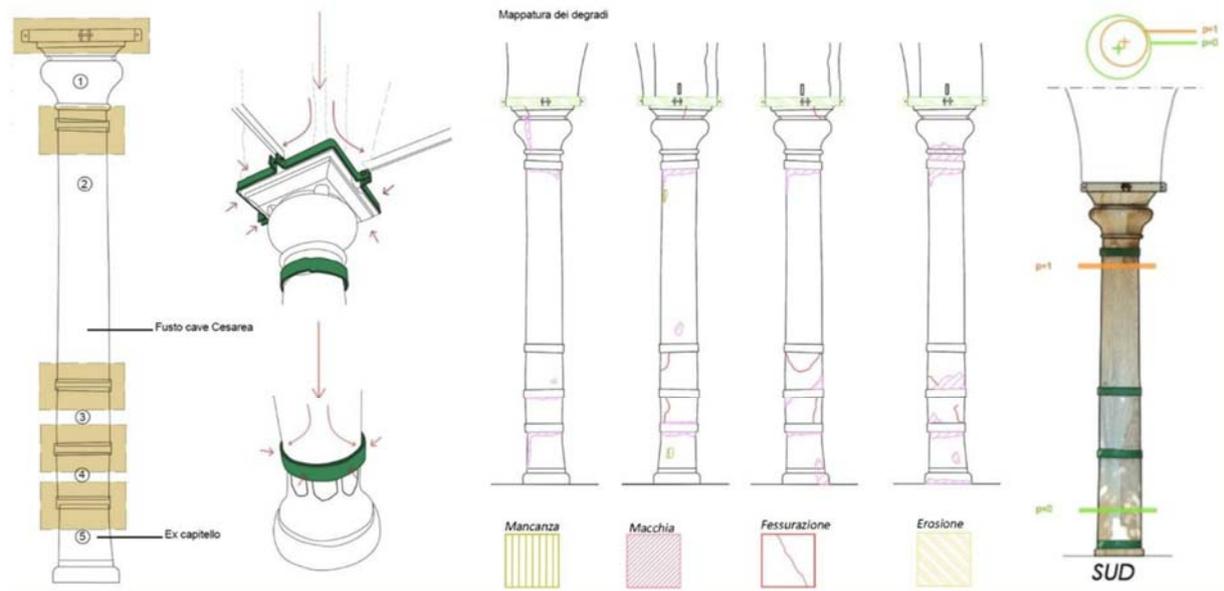


Figura 9. Scomposizione degli elementi costitutivi della colonna n°30, mappatura dei degradi e valutazione delle piante effettuate a livelli diversi per la valutazione dello spostamento dell'asse baricentrico.

Un'analisi approfondita è stata dedicata alle colonne del portico formate da rocchi di riuso di diversa provenienza, tra cui le rovine del sito di Cesarea, ragion per cui tali colonne non sono monolitiche ma tenute assieme dalla presenza di cerchiature metalliche: in questi nodi si

evidenziano le principali forme di degrado dovute alla corrosione dei ferri e alla concentrazione di sforzi che generano fratture, aggravate dalla spinta degli archi e delle volte. L'entità delle deformazioni rispetto all'asse baricentrico è stata valutata dall'analisi delle eccentricità distribuite, comparata con i dati estrapolati dalla nuvola dei punti del rilievo *laser scanner* al fine di identificare le zone più a rischio.

5. CONCLUSIONI

La strategia di documentazione che ha interessato la Moschea di Al Jazaar ad Aciri, basata sull'integrazione del rilievo fotogrammetrico e del rilievo laser ha consentito di realizzare indagini accurate con metodologia di analisi speditiva e non invasiva per la determinazione del rischio che interessa il manufatto. Il lavoro di ricerca ha avuto come obiettivo la volontà di trasmettere, attraverso elaborati tecnici affidabili e dettagliati, non solo le problematiche riscontrate nel sito, ma anche i valori storici ed artistici di cui è portatore il complesso architettonico. Il progetto vuole porsi come base indispensabile per la redazione in un successivo progetto di conservazione, offrendo considerazioni preliminari i cui risultati conseguiti possono essere utilizzati per stabilire un ordine sulle priorità d'intervento, i relativi monitoraggi sull'opera e le azioni preventive di miglioramento e adeguamento.

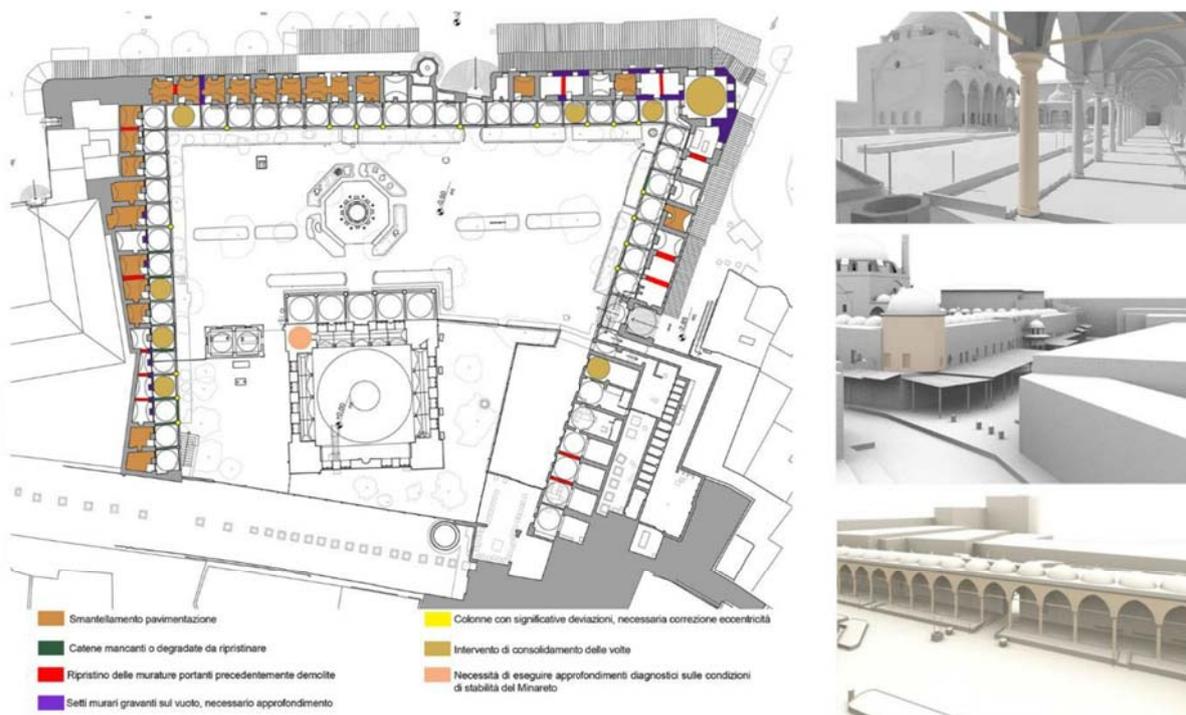


Figura 10. Individuazione degli elementi di criticità nel sistema statico delle scuole coraniche ed elaborazione del modello tridimensionale di localizzazione degli interventi.

RIFERIMENTI

- [1] S. Moranti, M. Quoiani, "Rilievo in San Giovanni d'Acri, disegnare con il micro-calcolatore", Gangemi editore: Roma, 1989.
- [2] L. Menozzi, (a cura di), "San Giovanni d'Acri Akko Storia e cultura di una città portuale nel Mediterraneo", Graffiti editore: Roma, 1996.
- [3] C. Norberg-Schulz, "Genius Loci", Mondadori Electa: Milano, 1979.
- [4] F. Picchio, "Metodologie di rilievo integrato per indagini diagnostiche non invasive: la documentazione della Moschea Bianca di Al-Jazzar a San Giovanni d'Acri, Israele.". *Restauro Archeologico*, vol. 26, n°2 (2017), pp. 90-105, 2017.
- [5] S. Parrinello, "La documentazione di al Nabi Musa nel deserto di el-Bariyah, Palestina. Uno studio attraverso il disegno dell'evoluzione storica e delle caratteristiche architettoniche dell'oasi edificata". *Disegnare idee immagini*, n° 54, pp. 68-79, 2017.
- [6] S. Parrinello, "A Development Project for the United Nations. The Digital Survey for the Planning of East Jerusalem", In *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design – G. Amoroso*, Springer: Cham, pp. 551-559, 2017.
- [7] M. Centofanti, S. Brusaporci, "Architectural 3D modeling in historical buildings knowledge and restoration processes". In *Le vie dei mercanti, More or Less – C. Gambardella*, La scuola di Pitagora editrice: Napoli, pp. 331-340.
- [8] G. Caroti, A. Franconi, A. Piemonte, "Metodologia di elaborazione di dati laser scanner la generazione di modelli utili al calcolo strutturale", in *Proceedings of 16° Conferenza Nazionale ASITA: Vicenza, Italy, November 6-9, 2012*
- [9] F. Picchio, M. Bercigli, R. De Marco, "Digital Scenarios and Virtual Environments for the Representation of Middle Eastern Architecture". In *Graphic Imprints. EGA 2018. – C. Marcos*, Springer: Cham, pp. 541-556, 2018.
- [10] S. Bertocci, G. Minutoli, G. Pancani "Rilievo tridimensionale e analisi dei dissesti della Pieve di Romena". *Disegnare Con*, vol. 8, n°14, 2015.

NOTE

A titolo di contributo redazionale, si devono a A. Dell'Amico i paragrafi 1 e 2, a R. De Marco il paragrafo 3, a M. Canestrone i paragrafi 4 e 5.

- ¹ *Tel el Furbar*, collina dei cocci o collina di Napoleone, qui Bonaparte impostò il suo campo, a sud-est delle mura della città.
- ² La moschea originariamente era chiamata *Masjid al-Anwar*, conosciuta anche come la moschea del Venerdì o moschea Bianca per il colore completamente bianco.
- ³ Il progetto di ricerca, di cui responsabile il Prof. Sandro Parrinello e coordinatore tecnico scientifico la Dott. Francesca Picchio, è stato disciplinato da una convenzione tra il Welfare Association e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia. Al progetto hanno partecipato ricercatori, studenti, dottorandi e collaboratori del Laboratorio DAda Lab (Drawing Architecture and Document Action) dell'Università di Pavia e del Laboratorio Congiunto Università e Impresa Inter Ateneo "Landscape Survey & Design" dell'Università di Firenze e Pavia.
- ⁴ La varietà di output in uscita offerta dall'impiego del laser scanning, della fotogrammetria e del *computer vision*, ha consentito di ricavare, in tempi molto brevi, informazioni dettagliate su diversi aspetti confrontabili con altri sistemi d'informazione.
- ⁵ La strumentazione impiegata (laser scanner e fotogrammetria) si sono rivelate le tecniche più idonee per la diagnostica non invasiva del patrimonio a rischio, in quanto negano il contatto diretto con la superficie.

GANGEMI EDITORE®
INTERNATIONAL

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI OTTOBRE 2018
www.gangemieditore.it

Le tematiche tipiche della filosofia dei Convegni ReUSO – sempre rivolti alla documentazione, alla conservazione, al recupero del patrimonio architettonico, nonché alla tutela paesaggistica e ambientale – coniugate con quelle emergenti del terzo millennio, offrono molteplici spunti di riflessione e dialogo a tutti gli studiosi che, nel proprio specifico disciplinare e in sinergia con i colleghi del medesimo o di altri settori, intendono contribuire a raggiungere gli stessi obiettivi generali: rispetto del passato, comprensione del presente, salvaguardia del futuro. Tali tematiche, sostanziandosi nei diversi “sistemi” della conoscenza, dell’azione e della comunicazione formano trama e ordito di un tessuto multiforme e articolato capace di rappresentare la complessità della sfida che tutti insieme dobbiamo cercare di vincere contro l’oblio, la perdita del sapere e i rischi di un domani destinato a rimanere incerto senza il nostro impegno.

