



Unione Italiana Disegno

UID
PARMA 2014
18-20 SETTEMBRE

ITALIAN SURVEY & INTERNATIONAL EXPERIENCE

36°
CONVEGNO
INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLA
RAPPRESENTAZIONE

GANGEMI EDITORE

36° CONVEGNO INTERNAZIONALE DEI DOCENTI DELLA RAPPRESENTAZIONE
UNDICESIMO CONGRESSO UID – PARMA 18 • 19 • 20 SETTEMBRE 2014
SEDE CENTRALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA**Comitato d'onore / Honorary Committee**

Loris Borghi, *Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Parma*
Paolo Mignosa, *Direttore DICATeA – Università degli Studi di Parma*
Giancarlo Borellini, *Soprintendente ai Beni Architettonici e Paesaggistici per le province di Parma e Piacenza*
Maria Utilli, *Soprintendente ai Beni Storici, Artistici ed Etnoantropologici per le province di Parma e Piacenza*

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Vito Cardone, *Università degli Studi di Salerno* – Presidente
Mario Centofanti, *Università degli Studi dell'Aquila* – vice Presidente

Mario Doeci, *"Sapienza" Università di Roma*
Piero Albisini, *"Sapienza" Università di Roma*
Fabrizio Apollonio, *Università degli Studi di Bologna Alma Mater Studiorum*
Paolo Belardi, *Università degli Studi di Perugia*
Marco Bini, *Università degli Studi di Firenze*
Mario Centofanti, *Università degli Studi dell'Aquila*
Francesco Cervellini, *Università degli Studi di Camerino*
Emanuela Chiavoni, *"Sapienza" Università di Roma*
Michela Cigola, *Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale*
Antonio Conte, *Università degli Studi della Basilicata*
Cesare Cundari, *"Sapienza" Università di Roma*
Antonella Di Luggo, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
Francesca Fatta, *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Marco Gaiani, *Università degli Studi di Bologna Alma Mater Studiorum*
Paolo Giandebiaggi, *Università degli Studi di Parma*
Massimo Giovannini, *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Riccardo Migliari, *"Sapienza" Università di Roma*
Giuseppa Novello, *Politecnico di Torino*
Arturo Livio Sacchi, *Università degli Studi di Chieti-Pescara G. D'Annunzio*
Ornella Zerlenga, *Seconda Università degli Studi di Napoli*

Peer reviewer internazionali / International peer reviewers

Antonio Almagro Gorbea, *CHR CSIC, Spagna*
Marina Areli, *Chicago, USA*
Fabiana Carbonari, *La Plata, Argentina*
Michele Chiuiini, *Muncie, USA*
Arivaldo Leao De Amorim, *Bahia, Brasile*
Livio De Luca, *Marsiglia, Francia*
José Antonio Franco Taboada, *Coruna, Spagna*
Pedro Antonio Janeiro, *Lisbona, Portogallo*
Francisco Martinez Mindegua, *Barcellona, Spagna*
Carlos Montes Serrano, *Valladolid, Spagna*
Javier Garcia-Gutierrez Mosteiro, *Madrid, Spagna*
Pablo José Navarro Esteve, *Valenza, Spagna*
Juan Saumell LLadó, *Estremadura, Spagna*

Le traduzioni in inglese sono state fornite dai singoli autori

Peer reviewer nazionali / National peer reviewers

Salvatore Barba, *Salerno, Italia*
Maria Teresa Bartoli, *Firenze, Italia*
Cristiana Bedoni, *Roma, Italia*
Stefano Bertocci, *Firenze, Italia*
Carlo Bianchini, *Roma, Italia*
Adele Carla Buratti, *Milano, Italia*
Laura Carnevali, *Roma, Italia*
Paolo Cini, *Ancona, Italia*
Secondino Coppo, *Torino, Italia*
Francesco de Mattia, *Bari, Italia*
Agostino de Rosa, *Venezia, Italia*
Roberto de Rubertis, *Roma, Italia*
Aldo de Sanctis, *Cosenza, Italia*
Maria Linda Falcidieno, *Genova, Italia*
Patrizia Falzone, *Genova, Italia*
Fabrizio Gay, *Venezia, Italia*
Tatiana Kirilova Kirova, *Torino, Italia*
Emma Mandelli, *Firenze, Italia*
Mario Manganaro, *Messina, Italia*
Anna Marotta, *Torino, Italia*
Giovanna Angela Massari, *Trento, Italia*
Rossella Salerno, *Milano, Italia*
Camillo Trevisan, *Venezia Italia*
Maurizio Unali, *Chieti-Pescara, Italia*

Comitato Organizzatore / Organising Committee**Responsabile e coordinatore**

Paolo Giandebiaggi

Responsabile di redazione atti

Chiara Vernizzi

Responsabile di redazione portfolio

Andrea Zerbi

Responsabile concorso Logo UID

Maria Melley

Collaboratori alla redazione

Giorgia Bianchi, Donatella Bontempi

Curatori evento e segreteria

Chiara Vernizzi, Andrea Zerbi, Maria Melley, Giorgia Bianchi, Donatella Bontempi

Collaboratori alla cura del Convegno

Michela Rossi

Grafica e comunicazione

Andrea Zerbi, Giorgia Bianchi, Donatella Bontempi

CURA REDAZIONALE

Paolo Giandebiaggi, Chiara Vernizzi



Proprietà letteraria riservata

Gangemi Editore spa

Piazza San Pantaleo 4, 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.*

ISBN 978-88-492-2915-8

ITALIAN SURVEY
& INTERNATIONAL
EXPERIENCE

PAOLO GIANDEBIAGGI, CHIARA VERNIZZI A CURA DI

GANGEMI  EDITORE

Indice

- 11 **Presentazione**
Preface
Vito Cardone, Presidente UID
- 17 **Rilevare in Italia, rilevare nel mondo**
Survey in Italy, survey in the world
Paolo Giandebiaggi
- 23 **L'ESPERIENZA ITALIANA / ITALIAN EXPERIENCE**
- 25 **L'immagine dei paesaggi urbani storici. Il rilievo multimediale del "Km della conoscenza" presso il lago di Como**
The image of the Historic Urban Landscapes. The multimedia documentation of the "Km della conoscenza" of Como Lake
Giuseppe Amoruso
- 33 **L'architettura religiosa italo-greca in Calabria. Catalogazione e rilevamento speditivo mediante laser-scanner**
The Italo-Greek Religious Architecture in Calabria. Cataloging and quick Survey through Laser-Scanner.
Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì
- 41 **La geometria delle facciate delle chiese di età tardogotica del nord Sardegna**
Detection of geometric features in the facades of late gothic churches in northern Sardinia
Vincenzo Bagnolo
- 51 **Il primo nucleo della casa madre dei Mutilati a Roma di Marcello Piacentini**
The first core of the mother house of Maimed in Rome by Marcello Piacentini
Giovanni Maria Bagordo
- 59 **Disegno di un giardino simbolico: Campo del Sole**
Designing a symbolic garden: Campo del Sole
Piero Barlozzini
- 67 **L'Angelico, Alberti e il CAD, lettura di un non facile messaggio**
Angelico, Alberti and CAD, reading a not easy message
Maria Teresa Bartoli
- 75 **La fotografia come rilievo, il caso di Osio Sotto**
Photography as survey, Osio Sotto's case
Alessandro Bianchi
- 83 **La conoscenza e il recupero dei borghi storici italiani: rilievo e rappresentazione della scalinata di via dei Macelli a Navelli (AQ)**
The knowledge and recovery of Italian historic villages: survey and representation of the staircase of via dei Macelli in Navelli (AQ)
Giorgia Bianchi
- 91 **La ricerca delle mura medioevali di Fucecchio attraverso i rilievi della Facoltà di Architettura di Firenze – Risultati**
The research of the medieval walls of Fucecchio – Results
Michela Bigagli, Lorenzo Matteoli
- 99 **Rappresentazione e archeologia industriale. Le stazioni dismesse delle ferrovie Appulo-Lucane in Basilicata**
Representation and industrial archeology.
The disused stations of the Appulo-Lucane's railway in Basilicata
Antonio Bixio, Giuseppe Damone, Enza Tolla
- 107 **Buone prassi: analisi dello stato di vulnerabilità di sette chiese a Monza**
Good practice: analysis of the vulnerability of the seven churches of Monza
Cecilia Bolognesi, Cristiana Achille, Francesco Fassi
- 117 **Architetture dentro l'architettura. Il rilievo integrato delle quadrature e del Palazzo Arese Borromeo a Cesano Maderno**
Architectures inside the architecture. The integrated survey of the "quadrature" and Palazzo Arese Borromeo in Cesano Maderno
Donatella Bontempi, Erika Alberti, Giampiero Mele
- 127 **Il rilievo 3D e la modellazione BIM degli edifici esistenti**
3D survey and BIM modeling for existing buildings
Cristian Boscaro
- 135 **Il Rilievo per il Design di Prodotto**
Surveying for Product Design
Fausto Brevi, Flora Gaetani
- 143 **La ricerca delle regole: il rilievo del gotico a Napoli**
The search of rules: the survey of the Gothic in Naples
Mara Capone, Daniela Palomba
- 155 **Rilievo e restauro: un binomio imprescindibile. Approcci metodologici ed applicazioni operative finalizzate alla conoscenza e conservazione del patrimonio culturale della Sicilia centrale**
Survey and restoration: an essential binomium.
Methodological approaches and applications aimed to the knowledge and conservation of the cultural heritage of central Sicily
Alessio Cardaci, Antonella Versaci, Davide Indelicato, Luca Renato Fauzia, Cristina Speranza
- 167 **Il rilievo come strumento di lavoro per lo studio delle strategie bioclimatiche nell'architettura tradizionale italiana e spagnola**
The survey as a working tool for the study of bioclimatic strategies in Italian and Spanish traditional architecture
Tiziana Cardinale
- 177 **Approcci diversificati di rilievo per una lettura comparata dell'area del Ghetto ebraico di Roma**
Different methods of survey for a compared research concerning the area of Rome Jewish Ghetto
Gerardo Maria Cennamo, Claudio Presta
- 187 **Il rilievo del tessuto edilizio storico: tradizione e innovazione**
The surveying of the historical urban fabric: tradition and innovation
Mario Centofanti, Stefano Brusaporci, Francesca Cerasoli
- 199 **Rilievo e progetto, quale rapporto?**
Survey and design, what is the relationship?
Francesco Cervellini
- 203 **Storia e contemporaneità nella ricostruzione della chiesa di Santa Maria di Loreto**
The history and contemporaneity of the reconstruction of the church of st. Mary of Loreto
Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi
- 211 **Rilievo, narrazione e processi di significazione. La rappresentazione dei paesaggi urbani**
Survey, narrative and sense making. Representation of urban landscapes
Alessandra Cirafici
- 219 **Rilevare la forma, formare la conoscenza**
Surveying shapes, shaping knowledge
Luigi Cocchiarella
- 225 **Il tempo dei rilievi: rappresentazione della Cupola del Brunelleschi a Firenze nei secoli**
Lifetime of surveys: representations of Brunelleschi's Dome in Florence over the centuries
Roberto Corazzi, Silvia Bertacchi
- 233 **Il Cimitero Monumentale del Verano a Roma, un Museo a cielo aperto. Lettura di un'area monumentale attraverso l'analisi, la documentazione e il rilievo dei singoli "brani"**
The Monumental Cemetery of Verano in Rome, an open-air museum.
Reading of the monumental area through analysis, documentation, and survey of the individual "elements"
Cesare Cundari, Fabio Lanfranchi, Laura Carnevali
- 241 **Il disegno del LIMITE curvo: la volta a SPIGOLO. Proposta di una genesi storico-geometrica**
The curved design LIMIT: the vault to EDGE. Proposal for a historical genesis geometry
Daniela Elisabetta De Mattia
- 249 **Tra passato e futuro: disegno di architettura, storia e nuove tecnologie**
Between past and future: architectural drawing, history and new technologies
Massimo De Paoli, Stefano Fasolini, Diego Paderno, Leonardo Papa, Alessio Capone
- 261 **Rilievo e archeologia. L'esperienza della scuola romana in Umbria e il suo valore**
Survey and archaeology. The experience of the roman school in Umbria and its value
Roberto de Rubertis, Marco Filippucci, Tiziana Caponi
- 271 **Tecnologie digitali per la conservazione dei Beni Culturali. Un'esperienza di studio**
Digital technologies for Cultural Heritage preservation. A case study
Francesco Di Paola, Maurizio Vitella, Francesca Antoci

- 281 **L'inizio, la fine, ancora l'inizio...del prender misura**
The beginning, the end, and the beginning again...of taking measurements
Andrea Donelli
- 289 **L'importanza didattica dei fondamenti del rilievo a fini di conoscenza**
The importance of teaching the fundamentals of drawing and survey technique as a knowledge discipline
Patrizia Falzone
- 297 **Materia e forma dell'architettura dimenticata. Il patrimonio rupestre dell'area metropolitana di Napoli: il caso dell'Eremo di S. Maria di Pietraspaccata a Marano**
Matter and form of forgotten architecture. Rupestrian heritage of the Naples metropolitan area: the case of the Hermitage of S. Maria di Pietraspaccata in Marano
Riccardo Florio, Teresa Della Corte, Carmela Fraxese D'Amato
- 307 **Il rilievo del comfort e del paesaggio urbano. Torino e Parigi: due casi di studio per la messa a punto di un metodo**
Comfort and urban landscape survey. Turin and Paris: two study cases for a method setting up
Giorgio Garzino
- 315 **Rilievo, Disegno e Architettura. L'ex oratorio della Beata Vergine della Pace – Parma**
Survey, Design and Architecture. The former chapel of Beata Vergine della Pace – Parma
Paolo Giandebiaggi, Maria Evelina Melley
- 325 **Ridisegno, rilievo e riconfigurazione dell'Albergo dei Poveri di Napoli**
Redesign, survey and reconfiguration of the Albergo dei Poveri in Naples
Paolo Giordano
- 333 **Il rilievo urbano per la comunicazione via web. Un'esperienza milanese**
The urban survey for web communication. A Milanese experience
Maria Pompeiana Iarossi, Michele Russo
- 341 **Rilievo, conoscenza e comunicazione: il complesso di san Michele in Bosco e il Chiostro ottagonale dei Carracci**
Survey, insight and communication: the complex of san Michele in Bosco and the octagonal Cloister by Carracci
Manuela Incerti, Paola Foschi, Stefania Iurilli, Uliva Velo
- 351 **L'utilizzo del rilievo tridimensionale in architettura: dal modello 3D al progetto di restauro**
The tridimensional survey in architecture: from the 3D model to the restoration project
Tatiana Kirilova Kirova, Davide Mezzino
- 359 **Esercizi di stile**
Exercises in style
Lucia Krasovec Lukas
- 365 **La conoscenza, la documentazione e la fruizione di un museo a cielo aperto: il complesso cimiteriale del Verano**
The knowledge, documentation and use of an open-air museum: the Verano cemetery complex
Mariella La Mantia, Giovanna Cresciani, Valentina Nuccitelli, Marcella Macera
- 373 **Il "Progetto Logico del Rilievo": una procedura "lunga vent'anni"**
The "Progetto Logico del Rilievo": a "twenty years" procedure
Anna Marotta, Chiara Cannavici
- 385 **Il rilievo fotogrammetrico per l'analisi delle forme: il caso del ponte obliquo a Grisignano di Zocco**
The photogrammetric survey for the analysis of shapes: the case of the skew arch bridge at Grisignano di Zocco
Cosimo Monteleone
- 393 **Il teatro romano di Miseno: conoscenza e valorizzazione dei beni archeologici sepolti nel territorio dei Campi Flegrei**
The Roman theater of Miseno: knowledge and enhancement of the archeological heritage buried in Phlegrean Fields
Roberta Montella, Alessandra Pagliano, Angelo Triggianese
- 401 **Il rilievo laser scanner per la corretta progettazione di un'innovativa tecnologia di restauro. L'architettura in pietra a secco della torre di Beura-Cardezza**
Laser scanner surveying for accurate planning using an innovative restoration technology. The dry-stone architecture of the Beura-Cardezza tower
Romina Nespeca, Angelo Bernetti, Ramona Quattrini
- 409 **"Restituire" la Basilica di Collemaggio a L'Aquila: geometrie, strutture e modelli per il progetto di conservazione**
The drawing of Collemaggio's Basilica in L'Aquila: geometries, structures and models for restoration project
Daniela Oreni, Raffaella Brumana
- 421 **Marciana Marina, dal rilievo laser scanner al piano del colore**
Marciana Marina, from the laser scanner survey to the colour plan
Giovanni Pancani
- 431 **Il rilievo tra svelamento e fruizione: il caso della villa San Marco nel sito archeologico di Stabia**
Surveying to disclose and show: the case study of villa San Marco in the archeological site of Stabia
Lia Maria Papa, Maria Ines Pascariello, Pierpaolo D'Agostino
- 439 **Modelli digitali per la conoscenza delle stratificazioni urbane nel centro storico di Narni**
Digital models for the knowledge of the urban stratifications in the historical center of Narni
Leonardo Paris, Carlo Inglese, Wissam Wahbeh
- 449 **Aree industriali dismesse nella Valle del Liri: rilievo per il recupero ecocompatibile**
The brownfields in the Valley of Liri: survey for the environmentally sound recovery
Assunta Pelliccio, Gaspare Giovinco, Andrea Frattolillo
- 459 **Metodologie integrate per la documentazione delle fortificazioni alla moderna della Sardegna. Il baluardo di Santa Croce a Cagliari**
Integrated methodologies for the documentation of the modern fortifications of Sardinia. The bulwark of Santa Croce in Cagliari
Andrea Pirinu
- 467 **Il rilievo dell'architettura per la tutela dell'identità locale. Gli spazi di aggregazione nella provincia di Caserta**
The survey of architecture for the protection of local identity. The spaces of aggregation in the province of Caserta
Manuela Piscitelli
- 475 **Debutto a Pompei del rilievo aerofotografico**
Aerialphotography debuts in Pompeii
Adriana Rossi, Luis Palmero Iglesias
- 483 **A misura d'uomo: le radici antropometriche del design**
On a human scale: the "metric" roots of design
Michela Rossi, Giorgio Buratti
- 491 **Rilievo e simulazione dell'ex villa Sevastopolo a Trieste**
Survey and simulation of the ex villa Sevastopolo in Trieste
Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Paola Cochelli, Diego De Re, Agnese Lorenzon
- 501 **Esperienza di documentazione di un'architettura storica complessa. Il rilievo integrato della Casa dei Cavalieri di Rodi al Foro di Augusto**
An experience in documentation of a historical architectural complex. The integrated survey of the House of the Knights of Rhodes in the Forum of Augustus
Gaia Lisa Tacchi
- 513 **Rilievo 3D e valutazione dei dissesti strutturali: Casa Romei a Ferrara**
3D survey and evaluation of structural instability: Casa Romei in Ferrara
Chiara Vernizzi, Andrea Zerbi
- 523 **L'ESPERIENZA INTERNAZIONALE / INTERNATIONAL EXPERIENCE**
- 525 **Rilievo e valorizzazione del cuore di Città del Messico**
Survey and enhancement of the heart of Mexico City
Marcello Balzani, Federico Ferrari, Federica Maietti
- 533 **Dal rilievo alla riqualificazione urbana del villaggio urbano di Huangpu a Guangzhou. Il caso studio dei templi familiari**
From a survey to urban regeneration of the urban village of Huangpu in Guangzhou. The case study of the family temples
Manuela Bassetta
- 543 **Rilievo integrato tra Italia e Giappone**
Integrated survey between Italy and Japan
Carlo Battini

- 549 **Un progetto per il rilievo digitale del sito archeologico di Masada, patrimonio UNESCO, in Israele**
A project for the digital documentation of the archaeological UNESCO site of Masada in Israel
Stefano Bertocci
- 557 **Il rilievo architettonico per la conoscenza, la documentazione e il progetto. Strategie e orientamenti nella scuola portoghese e in quella italiana**
The architectural survey for the knowledge, the documentation and the project. Strategies and guidelines in portuguese school and in italian school
Antonio Borges Abel, Maria Onorina Panza
- 563 **La nuvola di punti del Duomo di Amfissa tra memoria digitale e magia artificialis**
The point cloud of Amfissa Cathedral between digital memory and *magia artificialis*
Alessio Bortot
- 571 **Trazas y aparejos en las bóvedas aristasd valencianas**
Traces and rigs in the Valencian groined vaults
Pablo Navarro Camallonga, Hugo Barros Antonio da Rocha e Costa, Pablo José Navarro Esteve
- 581 **Architettura contemporanea e patrimoni. Esperienze di rilievo fra Italia, Spagna e Portogallo**
Contemporary architecture and heritages. Survey experiences between Italy, Spain and Portugal
Dario Boris Campanale
- 587 **Esperienze di indagine presso Alessandria d'Egitto. Due realtà a confronto**
Survey experiences at Alexandria of Egypt. A comparison of two realities
Dario Boris Campanale, Marilina Nichilo
- 593 **Estudio y modelado 3D de parte del conjunto monumental de la Catedral de Santander para la comprensión de la evolución histórica de la ciudad**
Analysis and 3D modeling of part of monumental Cathedral in Santander for the understanding of city historical development
Massimiliano Campi, Raffaele Catuogno, Antonella di Luggo, Oscar Jesus Cosido Cobos, Pedro Sarabia
- 603 **Dalla roccia alla città. Il rilievo del villaggio rupestre di Sahinefendi**
From the rock to the city. The survey of the rupestrian village of Sahinefendi
Marco Carpicci, Carlo Inglese, Fabio Colonnese, Giovanna Cresciani, Andrea Angelini
- 611 **La Casa Curutchet di Le Corbusier a La Plata. Lettura attraverso il disegno**
Curutchet House in La Plata by Le Corbusier. Analyzing through drawing
Emanuela Chiavoni, Michela Cigola
- 619 **Valorizzazione dell'identità, memoria e tradizione costruttiva di parti urbane di Guangzhou in Cina**
Enhancement of identity, memory and constructive tradition of urban part in Guangzhou, China
Antonio Conte, Marianna Calia
- 629 **Il rilievo come strumento di conoscenza. L'architettura sacra di Berat**
Survey as a tool of knowledge. The sacred architecture of Berat
Luigi Corniello, Francesco Maiolino
- 635 **Rilievo e documentazione di paesaggi e insediamenti del patrimonio culturale rupestre del Mediterraneo**
Survey and documentation for landscapes and settlements of cultural rupestrian heritage in the Mediterranean area
Carmela Crescenzi
- 641 **Magdala, città di Galilea**
Magdala, city of Galilee
Cesare Cundari, Giovanni Maria Bagordo
- 649 **Rilievi in Galilea. La Chiesa del Primato a Tabgha**
Surveys in Galilee. The Shrine of Primacy of Peter in Tabgha
Cesare Cundari, Gian Carlo Cundari, Maria Rosaria Cundari
- 657 **La Cittadella di Damasco in Siria: torri tra geometria e forma**
The Citadel of Damascus in Syria: geometry and shape of towers
Paolo Giandebiaggi, Maria Evelina Melley, Chiara Vernizzi, Andrea Zerbi
- 665 **Il Rilievo a vista. Obsolescenza e sopravvivenza del disegno manuale**
Surveying by sight. Obsolescence and survival of the drawing
Massimo Leserri
- 669 **Il rilievo per il restauro della Cittadella di Gozo a Malta**
The survey for the restoration of the Citadel of Gozo, Malta
Federica Maietti, Federico Ferrari, Marcello Balzani
- 677 **Il complesso Hamasien ad Asmara**
The Hamasien complex in Asmara
Caterina Palestini
- 687 **Attività di ricerca e documentazione dell'architettura del legno in Carelia (Russia)**
Research and documentation activities of wooden architecture in Karelia (Russia)
Sandro Parrinello
- 695 **Il Progetto Tbilisi: rilievi e modelli avanzati per l'Atlante e la visita in AR della Old Tbilisi**
The Tbilisi Project: architecture's surveys and advanced models for the Atlas and the AR visit of Old Tbilisi
Paola Puma
- 705 **Il complesso imperiale di Yohannes IV a Mekele, Etiopia: rilievo e restauro**
The imperial compound of Yohannes IV in Mekele, Ethiopia: survey and restoration
Livio Sacchi
- 713 **Immagini come strumento di analisi. Una chiesa rupestre a Göreme (Turchia): dal film "Medea" di P.P. Pasolini ad oggi**
Images as analysis tool. A rupestrian church in Göreme (Turkey): from movie "Medea" by P.P. Pasolini to today
Marcello Scalzo, Claudio Giustiniani
- 721 **Frammenti di un rilievo / Rilievo di frammenti. Dai disegni di campagna di inizio Novecento ai rilievi attuali delle pitture delle tombe di Qau el-Kebir**
Fragments of a survey / Survey of fragments. From the campaign drawings of the early twentieth century to the present surveys of the tombs paintings of Qau el-Kebir
Roberta Spallone, Francesca Paluan
- 733 **Una esperienza di ricerca integrata applicata alla chiesa medioevale di St. Apostol in Turchia**
An integrated search experience applied to the medieval church of St. Apostol in Turkey
Pasquale Tunzi
- 739 **Descubrir, proyectar Barcelona**
Discovering. Project. Barcelona
Montserrat Bigas Vidal, Lluís Bravo Farré, Gloria Font Basté, Joan Mercader Brulles
- 745 **LA RICERCA AVANZATA / ADVANCED SURVEY**
- 747 **Ripercorrere le stanze dell'arte: rilievo e restituzione di spazi espositivi tramite tecniche image-based**
Passing through the room of art: survey and rendering of exhibition spaces through *image-based* techniques
Mateo Ballarin
- 755 **"Tutti siamo capaci di creare, è copiare che è difficile!". L'opera d'arte nell'epoca della sua proliferazione iconica**
"We are all capable of creating. It is copying that is hard!" Art in the age of iconic reproduction
Paolo Belardi, Fabio Bianconi, Valeria Menchetelli, Luca Martini
- 763 **Rilievo 2.0: nuove tecnologie, nuovi strumenti, nuovi rilevatori?**
Survey 2.0: new technologies, new equipment, new surveyors?
Carlo Bianchini
- 769 **La chiesa degli Eremitani a Padova: la modellazione parametrica del dato rilevato tra nuvola di punti e Historic BIM**
The Eremitani's church in Padua: survey data parametric modeling between point cloud and Historic BIM
Paolo Borin, Marco Pedron
- 777 **Differenze metodologiche nel rilevamento 3D, in architettura e in archeologia**
Methodological differences of 3D surveying, in architectural and archaeological site
Marco Canciani, Giovanna Spadafora
- 785 **Applicazioni dell'IBM alle diverse scale di rilievo**
IBM applications at different scales of survey
Paola Casu, Claudia Pisu

- 795 **Nuove tecnologie per l'analisi e la conservazione del patrimonio architettonico**
New technologies for the analysis and the conservation of architectural heritage
Michela Cigola, Arturo Gallozzi
- 803 **1984-2014: trent'anni di mutamento. Il caso della rappresentazione del territorio e dell'ambiente**
1984-2014: three decades of change. The case of the representation of the land and the environment
Maria Linda Falcidieno
- 809 **A Estrazioni: strategie della rappresentazione per l'analisi di paesaggi culturali. Il sistema casale/cava a Guidonia Montecelio**
A Extraction: strategies of representation for the analysis of cultural landscapes. The system house/quarry in Guidonia Montecelio
Laura Farroni, Silvia Rinalduzzi
- 821 **La documentazione digitale per la ricostruzione della memoria di Reggio Calabria. L'esperienza del progetto europeo "Messaggeri della Conoscenza"**
Digital documentation for the memory reconstruction of Reggio Calabria. The experience of "Messaggeri della Conoscenza" European Project
Francesca Fatta, Andrea Manti, Chiara Scali
- 831 **Il disegno del territorio: le vie carovaniere e i caravanserragli**
The design of the territory: caravan routes and caravanserais
Loredana Ficarelli, Maria Bruna Pisciotto, Valentina Spataro
- 841 **Dal rilievo diretto alla realtà aumentata. La chiesa di San Francesco a Padova: un'esercitazione di rilevamento architettonico**
From direct survey to augmented reality. The San Francesco's Church, Padova: an exercise of architectural survey
Isabella Friso
- 847 **Un museo di rilievi e un progetto della rappresentazione architettonica**
A monumental museum and a project on architectural representation
Fabrizio Gay, Camillo Trevisan
- 853 **Il biodisegno per la conoscenza e la rigenerazione dei territori compromessi**
Biodesign for compromised lands knowledge and regeneration
Carmine Gambardella, Ornella Zerlenga, Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella, Gianluca Cioffi, Gilda Emanuele
- 863 **La chiesa degli Eremitani a Padova: opportunità per nuove forme di turismo culturale**
The Eremitani's Church in Padua between research and evaluation: opportunities for new forms of cultural tourism
Francesca Gasperuzzo, Stefano Zoerle
- 869 **La chiesa degli Eremitani a Padova: rilievo, documentazione, storia**
The Eremitani's Church in Padua: survey, documentation, history
Andrea Giordano, Federico Panarotto, Maria Rosaria Cundari
- 877 **Il Portico meridionale della Cattedrale di Palermo: sperimentazioni di rilievo attraverso l'utilizzo di tecniche Structure from Motion**
The southern Portico of the Cathedral of Palermo: experiments of surveying through the use of Structure from Motion techniques
Laura Inzerillo, Cettina Santagati, Mariateresa Galizia
- 887 **Attraverso le forme. Per un prototipo di rilevamento dai disegni di brevetto di Salvatore Ferragamo**
Across the shapes. For a prototype of survey from the patent drawings of Salvatore Ferragamo
Elena Ippoliti, Michele Calvano
- 897 **La gestione del dato di rilievo attraverso software open source: il sistema delle porte bolognesi**
The elaboration of survey data with open source software: the system of gates in Bologna
Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei
- 907 **Rilevare nel tempo. Rilevare le trasformazioni. Dal rilievo dello spazio fisico al rilievo dello spazio percepito**
Observe in the course of time. Observe the transformations. From the survey of the physical space to the survey of perceived space
Rosario Marrocco
- 919 **Il rilievo per la salvaguardia dell'identità di un luogo. Latina e l'ex Distretto Militare**
The survey for safeguarding of the identity of a place. Latina and the ex Military District
Maria Martone, Floriana Papa
- 931 **Per un rilievo "sostenibile"**
For a "sustainable" survey
Giovanna Angela Massari
- 943 **Un'esperienza di rilievo integrato: il complesso di San Francesco a Monterubbiano**
An integrated survey experience: San Francesco complex in Monterubbiano
Alessandra Meschini, Daniele Rossi, Filippo Sicuranza
- 953 **Estudiar lo antiguo para intervenir en el presente**
Investigating the ancient to approach the contemporary
Francisco Martinez Mindeguia
- 961 **Il modello geometrico: costruzione grafica ed automatismo**
The geometrical model: graphical construction and automation
Antonio Mollicone
- 967 **Sperimentare l'innovazione per interventi di recupero: rilevare, rappresentare, progettare in ambiente di modellazione digitale parametrica**
Experience the innovation for recovery interventions: survey, representation design in parametric digital modeling environment
Giuseppa Novello, Massimiliano Lo Turco
- 975 **BIM e GIS per la metodologia DIMM (ER)**
BIM and GIS for the DIMM (ER) methodology
Anna Osello, Giuseppe Moglia, Matteo Del Giudice, Cristina Boido
- 983 **Tracking Technologies, GPS, Social Network, ICTs, Big Data: innovazione negli strumenti e nei metodi per il rilievo qualitativo di fenomeni di scala urbana e territoriale**
Tracking Technologies, GPS, Social Network, ICTs, Big Data: innovation in tools and methods for qualitative surveying at urban and regional scale
Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio
- 989 **Metodiche integrate di rilievo 3D per l'analisi di architetture complesse. Il caso dell'Abbazia di Pomposa**
Integration of different methodologies for the high resolution survey for complex architectures. The Pomposa Abbey case study
Michele Russo, Anna Maria Manfredini
- 999 **Representación virtual y análisis geométrico del patrimonio no construido o desaparecido: la Cubierta del ágora, Universitat Politècnica de València**
Virtual representation and geometric analysis of no built or missing heritage: Cover of the agora, Universitat Politècnica de València
Francisco Javier Sanchis Sampedro
- 1007 **Verso un futuro condiviso del rilievo come strumento di ricerca**
Towards a shared future as a research tool
Luca James Senatore
- 1013 **Metodologie integrate di rilievo e modellazione tridimensionale per l'indagine sulle volte composte laterizie in Palazzo Grosso a Riva presso Chieri di Bernardo Antonio Vittone**
Integrated methodologies of survey and 3D modeling aimed to analysis of masonry compound vaults in Palazzo Grosso in Riva near Chieri by Bernardo Antonio Vittone
Roberta Spallone, Simona Gallina, Marco Vitali
- 1025 **Applicazioni sperimentali per il rilievo di particolari architettonici eseguito con micro-droni**
Experimental applications of architectural details survey using micro-drones.
Graziano Mario Valenti, Leonardo Baglioni
- 1031 **Il rilievo della percezione della città**
The survey of the perception of the town
Cesare Verdoscia, Anna Christiana Maiorano, Mario Di Puppo, Riccardo Tivolare
- 1039 **WebGIS Qualitativi nel rilievo dei paesaggi culturali e del patrimonio diffuso. Note da un'esperienza italo svizzera**
Qualitative WebGIS-Based landscape and cultural heritage survey. Notes from a Swiss-Italian experience
Daniele Villa
- 1047 **Elenco autori**

Il Portico meridionale della Cattedrale di Palermo: sperimentazioni di rilievo attraverso l'utilizzo di tecniche Structure from Motion

The southern Portico of the Cathedral of Palermo: experiments of surveying through the use of Structure from Motion techniques

Laura Inzerillo*, Cettina Santagati*, Mariateresa Galizia*

LE TECNICHE STRUCTURE FROM MOTION (SfM) COSTITUISCONO UN TERRENO DI INDAGINE MOLTO FERTILE IN SENO ALLE RICERCHE DEL SETTORE DEL RILIEVO E DELLA RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA. ESSE CONSENTONO DI RAGGIUNGERE LIVELLI DI ATTENDIBILITÀ E ACCURATEZZA, SIA METRICA CHE GRAFICA, CON ESTREMA RAPIDITÀ E CON UN ABBATTIMENTO DEI COSTI RISPETTO ALLE ALTRE METODICHE, TRA CUI IL LASER SCANNER. IN QUESTO STUDIO, SI RIPORTANO GLI ESITI DI ALCUNE SPERIMENTAZIONI CONDOTTE SUL PORTICO MERIDIONALE D'INGRESSO DELLA CATTEDRALE DI PALERMO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DELLE TECNICHE SfM VALIDATE IN SEGUITO AL CONFRONTO CON LA NUVOLE DI PUNTI OTTENUTA DALLA SCANSIONE LASER.

PAROLE CHIAVE: FOTO MODELLAZIONE, MODELLAZIONE 3D, PATRIMONIO ARCHITETTONICO, RILIEVO DIGITALE.

STRUCTURE FROM MOTION (SfM) TECHNIQUES CONSTITUTE A VERY FERTILE FIELD OF INVESTIGATION WITHIN THE RESEARCH OF THE SURVEYING SECTOR AND THAT OF THE REPRESENTATION OF ARCHITECTURE. THEY ALLOW US TO REACH HIGHER LEVELS OF RELIABILITY AND ACCURACY, BOTH METRIC AND GRAPHICAL, EXTREMELY QUICKLY AND WITH LOWER COSTS THAN OTHER METHODS, INCLUDING THE LASER SCANNER. IN THIS STUDY, WE REPORT THE RESULTS OF SOME EXPERIMENTS CARRIED OUT ON THE SOUTHERN PORTICO ENTRANCE OF THE CATHEDRAL OF PALERMO THROUGH THE USE OF THE SfM TECHNIQUES LATER VALIDATED BY COMPARISON WITH THE POINT CLOUD OBTAINED FROM LASER SCANNING.

KEY WORDS: IMAGE-BASED MODELING, 3D MODELING, ARCHITECTURAL HERITAGE, DIGITAL SURVEYING.

1. Introduzione

In questi ultimi anni abbiamo assistito al crescente utilizzo delle tecniche di modellazione 3D a partire da dataset fotografici secondo sperimentazioni di diverso tipo e con diverse finalità: architettura, urbanistica, archeologia, design, turismo, divertimento, cinema, medicina. Ciò è stato possibile grazie allo sviluppo, all'affinamento e all'integrazione degli algoritmi già conosciuti in ambito fotogrammetrico con quelli della computer vision.

I diversi settori di applicazione hanno, ovviamente, esigenze diverse e, questo, non sempre garantisce risultati di pari attendibilità. Quando ci si addentra nel campo della visualizzazione e della ricostruzione 3D con l'approccio del disegnatore e del rilevatore (dell'archeologia, dell'architettura, della città) bisogna soppesare attentamente i risultati apparentemente sorprendenti che queste tecniche spesso sembrano promettere. Molti di questi software sono stati sviluppati prevalentemente con finalità ludico/turistiche e alla grande scala al fine di ricostruire scenari verosimili attraverso modelli 3D non sempre metricamente attendibili.

Del resto, trattandosi di modelli ottenuti dall'elaborazione di immagini fotografiche, molto dipende dalle caratteristiche intrinseche dell'immagine stessa (scala del fotogramma, risoluzione, distanza focale, distorsioni della lente). Ad esempio, il giapponese Yasutaka Furukawa ha sviluppato alcuni algoritmi (PMVS/CMVS) in grado di ricostruire il Colosseo a Roma o Piazza San Marco a Venezia a partire da dataset ricavati da fotografie¹ scaricate da internet (Flirck) realizzate da turisti in condizioni di luci diverse, con macchine fotografiche ed obiettivi diversi. Tuttavia, queste sperimentazioni, se da un lato costituiscono un repertorio prezioso per la visualizzazione sul web, dall'altro lato non sono, allo stato attuale, in grado di garantire quell'attendibilità metrica che il rilievo dell'architettura richiede. Alcune sperimentazioni su questi algoritmi² hanno evidenziato come in questo caso non è sempre possibile individuare un criterio di realizzazione del dataset fotografico che sia in grado di produrre dei risultati attendibili.

1. Introduction

In recent years we have witnessed the increasing use of 3D modeling techniques starting from photographic dataset according to experiments of different types and with different purposes: architecture, urban planning, archeology, design, tourism, entertainment, cinema and medicine. This has been possible thanks to the development, refinement and integration of the algorithms already known in the field of photogrammetry with those of computer vision.

The different fields of application have, of course, different needs, and these do not always guarantee results of equal reliability. When you go into the field of visualization and 3D reconstruction with the approach of the draftsman and the surveyor (of archeology, of architecture, of the city), you must carefully weigh the apparently surprising results that these techniques often seem to promise. Many of these types of software were developed primarily for recreational/tourism and large-scale purposes in order to reconstruct plausible scenarios through 3D models that are not always metrically reliable.

After all, being models obtained from the processing of photographic images, much depends on the intrinsic characteristics of the image itself (scale of the frame, resolution, focal length, lens distortions). For example, the Japanese Yasutaka Furukawa developed some algorithms (PMVS/CMVS) able to reconstruct the Colosseum in Rome or St. Mark's Square in Venice from dataset derived from photographs¹ downloaded from the internet (Flirck) taken by tourists in different conditions of light, with different cameras and lenses. However, these trials, on the one hand constitute a valuable repertoire to display on the web; on the other hand they are not, at present, able to ensure the reliability metric required by architectural surveying. Some experiments on these algorithms² have highlighted, how in this case it is not always possible to identify a criterion of realization of photographic dataset that is able to produce reliable results.

The inherent potentialities in these systems, often available as free,

1/ Il portico della Cattedrale di Palermo.
The Portico of the Cathedral of Palermo.



Le potenzialità insite in questi sistemi, spesso disponibili in modalità free, open source o a basso costo hanno spinto molti studiosi ad avviare numerose sperimentazioni, anche comparative, sulle performance di questi software al fine di individuare il campo di applicazione ottimale e le possibilità di integrazione con le metodiche attuali.

È anche necessario precisare che allo stato attuale si distinguono i cosiddetti sistemi desktop dai sistemi on line che sfruttano la potenza del cloud computing. In genere, la scelta di una modalità o dell'altra è vincolata alle risorse hardware a disposizione: i sistemi desktop richiedono workstation molto performanti (RAM, processore, scheda video), i sistemi web-based richiedono il semplice caricamento delle immagini e, spesso, agiscono a scatola chiusa ovvero restituendo direttamente il modello mesh dell'oggetto di studio con la texture applicata, senza che l'utente possa intervenire nel processo di ricostruzione dalla nuvola di punti (dense reconstruction) alla mesh.

Al contrario, la maggior parte dei pacchetti desktop, consente all'utente di controllare tutti i passaggi (SIFT, matching, sparse reconstruction, Bundle Adjustment, dense reconstruction, algoritmo di Poisson per la ricostruzione della mesh) anche se, spesso, le competenze informatiche richieste per manipolare adeguatamente i parametri che devono essere impostati per ottenere il risultato voluto sono tali che l'utente inesperto rischia di non arrivare alla conclusione del processo in tempi ragionevolmente brevi.

In questo studio, la nostra attenzione si è concentrata sulla sperimentazione del pacchetto web-based Recap sulla piattaforma Autodesk 360 applicata al Portico meridionale della Cattedrale di Palermo. Il portico, di elevato valore storico-culturale, rappresenta il simbolo delle trasformazioni che la cattedrale, edificata in epoca normanna da Gualtiero Offamilio, subì nel Trecento³ ad opera dei dominatori aragonesi e costituisce un esempio completo, da un punto di vista architettonico/morfologico e di ricchezza decorativa poiché consente una sperimentazione sia a livello di inquadramento generale che di dettaglio.

2/ Confronto tra la definizione della mesh di 123D Catch (a sn) e di Recap applicato al portale d'ingresso del portico della Cattedrale.
Comparing the definition of the mesh of 123D Catch (left) and of Recap applied to the main entrance of the Portico of the Cathedral.

open source or low cost software have led many scholars to engage in numerous experiments, and comparative figures on the performance of these types of software in order to identify the optimal scope and possibilities of integration with current methods.

It is also necessary to point out that at present the so-called desktop systems are distinguished by online systems that harness the power of cloud computing. Typically, the choice of one mode or the other is bound to the hardware resources that are available: desktop systems require a very high-performance workstation (RAM, processor, graphic card); the web-based systems require simple image upload, and often act in read-only, directly returning the mesh model of the object of study with the texture applied, without the user being able to intervene in the process of reconstruction from the point cloud (dense reconstruction) to the mesh.

In contrast, the majority of desktop packages, allows the user to control all the steps (SIFT, matching, sparse reconstruction, Bundle Adjustment, dense reconstruction, Poisson algorithm for the reconstruction of the mesh), even if, often, the computer skills required to properly manipulate the parameters that must be set in order to obtain the desired result are such that the novice user may not arrive at the conclusion of the process in a reasonably short time.

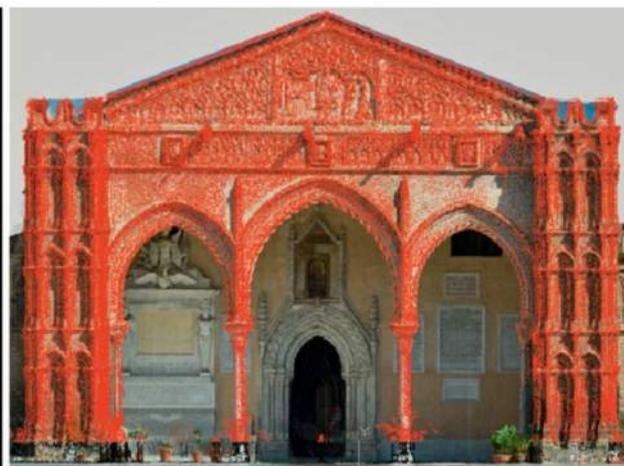
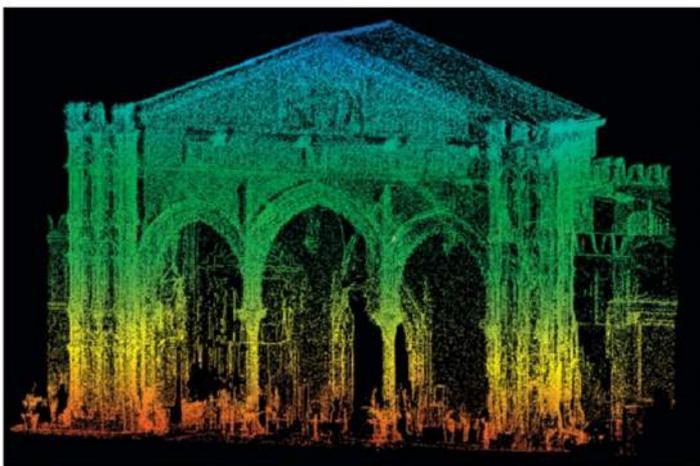
In this study, our attention was focused on testing the web-based package Recap on the Autodesk 360 platform applied to the southern portico of the Cathedral of Palermo. The portico, with a high cultural and historical value, is the symbol of the transformations that the cathedral, built in Norman times by Walter of the Mill, underwent in the 14th century³ at the hands of the Aragonese rulers and is a complete example, from an architectural/morphological point of view and decorative richness because it allows for experimentation both on a level of general framework and on that of detail.

Specifically, what has been explored and examined are the criteria for the realization of adequate dataset, the opportunity or not to use of the software depending on the scale of the object to be detected, its position relative to the external environment, the light, the focal length, etc., the quality of the performances (in terms of plan views, front views, section-profiles) that you can get. Finally, the patterns obtained were metrically verified by laser scanning⁴.



3/ Modello OBJ del portico elaborato con Recap e dataset (sn) e prospetto del portico (ds).
OBJ model of the portico developed with Recap and dataset (left) and front view of the portico (right).

4/Nuvola di punti del portico (sn) e allineamento con il modello Obj in CloudCompare (ds).
Point cloud of the portico (left) and alignment with the OBJ model in CloudCompare (right).



Nello specifico sono stati esplorati ed esaminati i criteri per la realizzazione del data set adeguato, l'opportunità o meno dell'utilizzo del software a seconda della scala dell'oggetto da rilevare, della sua posizione rispetto al contesto esterno, la luce, la distanza focale, ecc., la qualità delle rappresentazioni (in termini piante, prospetti, profili-sezione) che si possono ottenere. Infine, i modelli ottenuti sono stati verificati metricamente mediante scansione laser⁴.

1.1 Autodesk Recap 360 e le tecniche SFM

Nell'estate 2010 la Autodesk ha lanciato in via sperimentale, per circa un anno, il progetto Photofly avvalendosi della tecnologia sviluppata dalla società Realviz. Photofly era un sistema web-based attraverso cui l'utente registrato caricava un dataset fotografico opportunamente realizzato ed attendeva online oppure mediante email la realizzazione della ricostruzione 3D dell'oggetto fotografato. Sfruttando

1.1 Autodesk Recap 360 and SFM techniques

In the summer of 2010, Autodesk launched, on an experimental basis, the project Photofly using the technology developed by the company Realviz for about a year. Photofly was a web-based system through which the registered user loaded a suitably made photographic dataset and waited online or via email for the realization of the 3D reconstruction of the photographed object. Taking advantage of the photogrammetric approach and algorithms of Computer Vision, the program reconstructed the internal parameters of the camera and the position in space of homologous points between frames starting from the correspondence between a sequence of photographic images acquired in an appropriate manner. The visualization took place using a point cloud that could be exported in formats such as dxf and las. If the reconstruction showed mistakes, the user could interact by performing the collimation of the points on triplets of images and re-sending the project to the cloud.



l'approccio fotogrammetrico e gli algoritmi della Computer Vision, il programma ricostruisce i parametri interni dell'apparecchio fotografico e la posizione nello spazio dei punti omologhi tra fotogrammi a partire dalle corrispondenze tra una sequenza di immagini fotografiche acquisite in maniera opportuna. La visualizzazione avveniva mediante nuvola di punti che poteva essere esportata in formati quali il dxf e il las. Qualora la ricostruzione presentava degli errori, l'utente poteva interagire effettuando la collimazione dei punti su triplette di immagini e re-inviando il progetto sul cloud.

Il superamento delle sperimentazioni condotte ha trovato completamente nel pacchetto web-based 123D Catch (oggi disponibile anche sui dispositivi mobili) che ha sostituito a tutti gli effetti il precedente ed ha introdotto alcune novità: l'output finale del processo di ricostruzione non è più di una nuvola di punti ma una mesh texturizzata con tre possibilità di risoluzione (mobile, standard, maximum) e con un trattamento 'intelligente' delle superfici, semplificate laddove ci si trova dinanzi a superfici piane, dense di triangoli in presenza di dettagli e superfici curve.

In quest'ultimo anno l'Autodesk ha sviluppato il Recap Foto che si avvale della stessa tecnologia di Catch ma è disponibile come prodotto professionale sulla piattaforma Autodesk 360, e fornisce prestazioni maggiori in termini di:

1. Quantità di immagini che possono essere elaborate;
2. Accuratezza grafica e metrica del modello finale.

Operativamente i passaggi per poter utilizzare Recap sono simili a quelli previsti per il Catch:

1. Realizzazione di un dataset fotografico dell'oggetto di studio facendo attenzione che l'angolo tra una ripresa e l'altra sia di circa 5-10 gradi, che ci sia una sovrapposizione tra i fotogrammi di circa il 70% e che siano realizzati più giri ad altezze diverse intorno all'oggetto di studio in modo da variare l'angolazione delle riprese;
2. Creazione del progetto definendo la risoluzione (anteprima, ultra), le modalità di ritaglio intelligente dell'immagine fotografica rispetto al modello, le modalità di esportazione (ad esempio OBJ);
3. Caricamento del data set realizzato;

The overcoming of the conducted experiments found completion in the web-based package 123D Catch (now also available on mobile devices) which replaced the previous in all respects and has introduced a number of innovations: the final output of the reconstruction process is nothing more than a cloud of points, but a textured mesh with three options for resolution (mobile, standard, maximum) and with an 'intelligent' treatment of surfaces, simplified when you are located in front of flat surfaces, full of details and triangles in the presence of curved surfaces.

In this last year Autodesk has developed Recap Foto that uses the same technology as Catch but is available as a professional product on the Autodesk 360 platform, and provides better performance in terms of:

1. Quantity of images that can be elaborated;
2. Graphic and metric accuracy of the final model.

Operationally-speaking, the steps to use Recap are similar to those for Catch:

1. Realization of a photographic dataset of the object of study, making sure that the angle between shot one and another is about 5-10 degrees, there is an overlap between the frames of about 70% and which are made with different rotations and different heights around the object of study so as to vary the angle of the shoot;
2. Creating the project by defining the resolution (preview, ultra), the methods of intelligent cropping of the photographic image to the model, the export mode (eg OBJ);
3. Possible registration of images (collimation of homologous points, an indication of actual measurements to scale the model);
4. Start of the elaboration;
5. Wait for the e-mail for the confirmation of elaboration.

If the result is not what you want, you can repeat step 5 and re-submit the project to the cloud. The model thus obtained, in OBJ format can be imported into dedicated software for 3D modeling and rendering.

The experiments conducted so far are very promising even when using

6/Modello Obj del portale di ingresso elaborato con Recap e dataset (sn), dettaglio del modello texturizzato.

OBJ model of the main entrance developed with Recap and dataset (left), detail view of the textured model (right).

4. Eventuale registrazione delle immagini (collimazione di punti omologhi, indicazione delle misure reali per la scalatura del modello);
5. Avvio dell'elaborazione;
6. Attesa della mail di conferma elaborazione.

Qualora il risultato non sia quello desiderato, è possibile ripetere il passaggio 5 e re-inviare il progetto sul cloud. Il modello così ottenuto, in formato OBJ può essere importato nei software dedicati di modellazione 3D e rendering.

Le sperimentazioni finora condotte sono molto promettenti anche utilizzando apparecchi fotografici amatoriali. L'utilizzo di macchine fotografiche professionali con focale fissa e distorsioni ridotte può migliorare la qualità metrica e visiva dei modelli ottenuti.

2. Elaborazioni su Recap del Portico meridionale della Cattedrale

La scelta di condurre la sperimentazione sul Portico d'ingresso alla Cattedrale nasce dalle caratteristiche intrinseche del manufatto che, oltre ad avere in sé un valore architettonico/formale/decorativo, costituisce un elemento legante tra interno ed esterno segnando con forza monumentale il nuovo rapporto di continuità tra lo spazio della piazza e quello della chiesa. Esso di fatto conferisce valore scenografico all'intero prospetto meridionale, che assume un ruolo privilegiato rispetto agli altri fronti.

L'intervento progettuale dell'elegante portico si inserisce in una riorganizzazione più ampia a scala urbana, incentrata su alcuni interventi di regolarizzazione del Cassaro, zona su cui sorge il complesso chiesastico. Infatti, nel 1462 per incarico di Simone da Bologna, arcivescovo dal 1446 al 1465, vengono sistemati gli spazi posti a sud-est del Duomo, allargando la piazza antistante e costruendo il Portico meridionale e il Palazzo Arcivescovile.

Verranno esaminati il portico per la sua spazialità architettonica, il

amateur cameras. Using professional cameras with a fixed focal length and low distortion may improve the visual and metric quality of the obtained models.

2. Recap processings on the southern Portico of the Cathedral

The decision to conduct the experiment on the Portico entrance to the Cathedral comes from the intrinsic characteristics of the artifact, as well as having an architectural/formal/decorative value in itself, it constitutes a binding element between inside and outside marking of the new relationship continuity between the space of the square and the church with monumental force. It actually gives value to the entire scenic southern facade, which plays a privileged role compared to the other fronts.

The intervention design of the elegant portico is part of a broader re-organization on an urban scale, focusing on some interventions to stabilize Cassaro, the area on which the ecclesiastical complex stands. In fact, in 1462 on behalf of Simone da Bologna, archbishop from 1446 to 1465, spaces are placed on the south-east side of the cathedral, building and expanding the square in front of the Southern Portico, and the Archbishop's Palace.

We will examine the portico for its architectural space, the portal as a geometrically complex and richly detailed architectural element, and the column as an all-around element of architectural detail.

2.1 The southern Portico

The rectangular planimetric layout of the Portico is defined by three spans covered with cross vaults and pendant keystone, set on the pulvins of the columns of the arches of the prospectus and on shelves set into the southern wall of the church. The portico being raised and of Catalan workmanship, is bordered by three large pointed arches supported by four columns with a smooth shaft on which you set a rich frieze ended by a large richly-decorated triangular gable. Later-



portale quale elemento architettonico geometricamente complesso e ricco di dettagli e la colonna quale elemento di dettaglio architettonico a tutto tondo.

2.1 Il Portico meridionale

L'impianto planimetrico rettangolare del Portico è definito da 3 campane coperte da volte a crociera costolonate e con chiavi pendule, impostate sui pulvini delle colonne delle arcate del prospetto e su mensole incastonate nel muro meridionale della chiesa. In alzato il portico, di fattura catalana, è delimitato da tre grandi arcate a sesto acuto sostenute da quattro colonne a fusto liscio su cui si imposta un ricco fregio concluso da un ampio timpano triangolare riccamente decorato. Lateralmente alle arcate si innalzano due torrette squadrate e aggettanti scandite da tre ordini sovrapposti e coronate in alto da merli. Per la sperimentazione sono stati realizzati diversi dataset fotografici utilizzando una Nikon D 3200. Sono state condotte due sperimentazioni:

1. La prima ha previsto l'utilizzo di un obiettivo 18/105 mm con distanza focale fissa pari a 27 mm e con una risoluzione pari a 24Mpix per un totale di 53 riprese.
2. La seconda sperimentazione è stata condotta con l'utilizzo di un grandangolo 16 mm 1: 2.8 D e con una risoluzione pari a 24Mpix per un totale di 53 riprese.

Il criterio utilizzato per tutte le sperimentazioni è stato quello indicato nel paragrafo 1.1.

Delle due sperimentazioni condotte, si riporta la prima, poiché si è verificato che le aberrazioni prospettiche generate dall'obiettivo grandangolare non sono gestite da questo tipo di software.

Il modello ottenuto con Recap è stato comparato con la scansione laser in Cloud Compare e si è ottenuto uno scostamento pari a 0.01 m. Dalle immagini sotto riportate si possono apprezzare il data set realizzato, il risultato nella sua vista complessiva e il livello di dettaglio. La tabella riassume le caratteristiche della sperimentazione.

Portico meridionale	
Larghezza 24,40 m/Altezza 17,40 m/ Profondità 8,30m	
Numero di immagini	53
Macchina fotografica	Nikon D3200
Risoluzione	24 Mpix
Distanza focale	18 mm
Tempo totale di calcolo nel cloud	105 min
Mesh	2,372,728 triangoli 1,195,639 vertici
Intervallo di calcolo (m)	0-0.05
Media (m)	0.01431
Scarto quadratico medio (RMS)	0.01832

2.2 Portale d'ingresso

In asse con l'arcata centrale del portico si apre il magnifico portale

ally to the arches are flanked two square and jutting towers marked by three superimposed and crowned orders with battlements at the top.

For the experimentation different photographic datasets were made using Nikon D 3200. Two experiments were conducted:

1. The first involved the use of a 18/105 mm lens with a fixed focal distance equal to 27 mm and with a resolution equal to 24Mpix for a total of 53 shots.
2. The second experiment was conducted with the use of a wide angle 16 mm 1: 2.8 D and with a resolution equal to 24Mpix for a total of 53 shots.

The criterion used for all the trials was the one indicated in paragraph 1.1.

Of the two trials conducted, the first is reported, since it was verified that perspective aberrations generated by the wide-angle lens are not covered by this type of software.

The resulting model obtained with Recap was compared to laser scanning with Cloud Compare obtaining a variance equal to 0.01 m.

From the pictures below you can appreciate the data set created, the result in its overall view and level of detail. The table summarizes the characteristics of the trial.

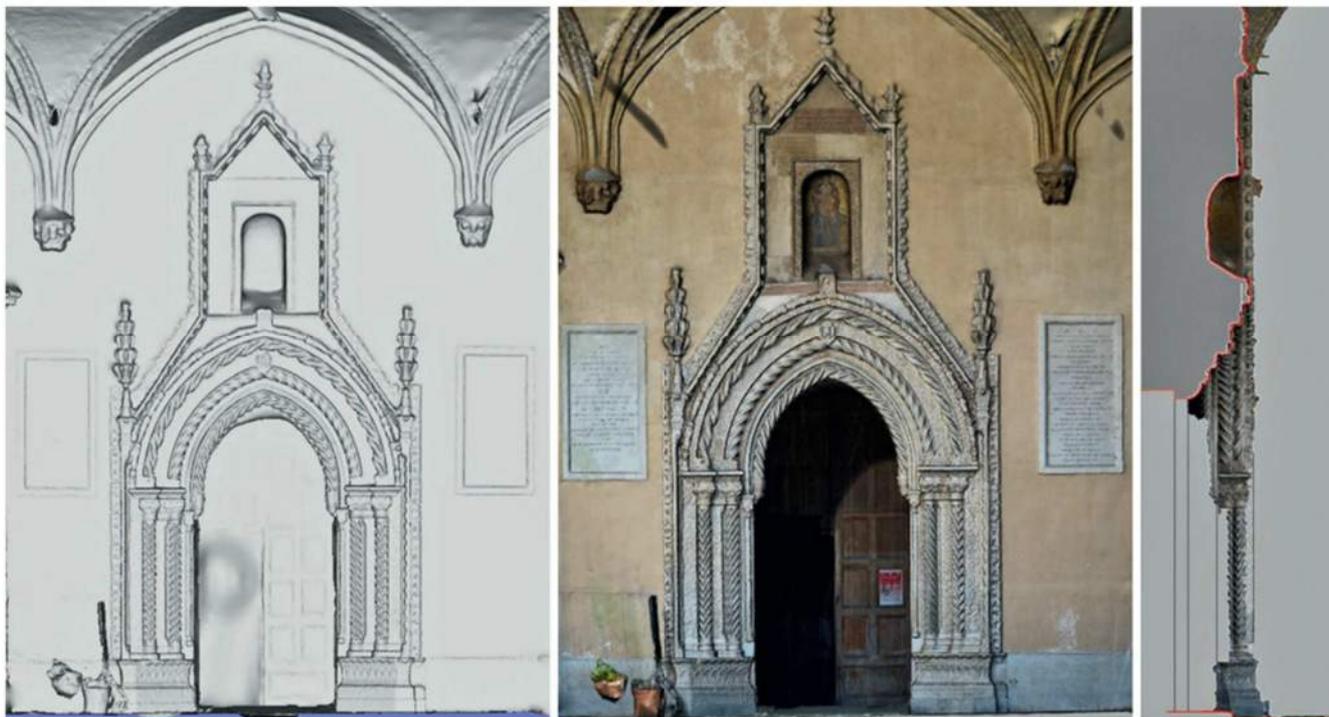
Southern Portico	
width 24,40 m/height 17,40 m/ depth 8,30m	
Number of images	53
Camera	Nikon D3200
Resolution	24Mpix
Focal length	18 mm
Processing running time on cloud	105 min
Mesh	2,372,728 triangles 1,195,639 vertices
Calculation range (m)	0-0.05
Average (m)	0.01431
RMS (m)	0.01832

2.2 The main entrance portal

In line with the central arch of the portico is the magnificent portal executed in 1426 by the sculptor Antonio Gambara. It presents a splay with four strong pillars of the front including two with twisted stems and two bands with a zigzag pattern, consisting of *tori* alternated by *scotia* and architraves interposed. The columns have three *tori* Attic bases and Corinthian capitals with a double row of richly carved leaves, crowned by pulvins decorated with foliage. The portal comes with a pointed arch with three rings, two of which consist of two large strings of circular cross section. In the intrados of the arch, and continuing under the springer, there is a big hanging cord supported by shelves of rich foliage. The portal presents a rich and detailed decoration not only in the rings but also in bases carved with rich spirals of foliage and bunches and various ornamentations.

7/Vista frontale della mesh del portale d'ingresso in modalità shaded (sn) e textured (centro) e sezione verticale.

Front view of the mesh of the main entrance in shaded mode (left) and textured (center) and vertical section (right).



eseguito nel 1426 dallo scultore Antonio Gambara. Esso presenta una strombatura con quattro robuste colonnine frontali di cui due con fusti tortili e due con fasce a zigzag, costituiti da tori alternati da scozie e listelli interposti. Le colonne hanno basi attiche a tre tori e capitelli corinzi a doppio ordine di foglie riccamente intagliate, coronate da pulvini decorati a fogliame. Il portale si presenta ad arco a sesto acuto a tre ghiera, di cui due costituite da due grossi cordoni a sezione circolare. All'intradosso dell'arco, e prolungatosi sotto l'imposta, vi è un grosso cordone pensile sostenuto da ricche mensole a fogliame. Il portale presenta una ricca e minuziosa decorazione non solo nelle ghiera ma anche nelle basi intagliate da ricchi girali a fogliame e grappoli e ornamentazioni varie.

La sperimentazione sul portale d'ingresso ha consentito di verificare la risposta del software in presenza di un elemento architettonico con una geometria ben definita ma al contempo molto complessa e riccamente decorata, quasi un merletto traforato. La tabella riassume le caratteristiche della sperimentazione.

Portale d'ingresso	
Larghezza 4,50 m / altezza 10,00 m	
Numero di immagini	36
Macchina Fotografica	Nikon D3200
Risoluzione	24 Mpix

The experimentation on the main entrance has allowed us to verify the response of the software in the presence of an architectural element with a well-defined geometry that is at the same time very complex and richly decorated, almost an openwork lace. The table summarizes the characteristics of the trial.

Main entrance portal	
width 4,50 m/height 10,00 m	
Number of images	36
Camera	Nikon D3200
Resolution	24Mpix
Focal length	18mm
Processing running time on cloud	90 min
Mesh	1,531,590 triangles 766,903 vertices
Calculation range (m)	0-0.05
Average (m)	0.0102
RMS (m)	0.0138

2.3 Central column of the Portico

Finally, the experiment on one of the central pillars, concludes the ty-

Distanza focale	18 mm
Tempo totale di calcolo sul cloud	90 min
Mesh	1,531,590 triangoli
766,903 vertici	
<hr/>	
Intervallo di calcolo (m)	0-0.05
Media (m)	0.0102
Scarto quadratico medio (RMS)	0.0138

2.2 Colonna centrale del Portico

Infine, la sperimentazione su una delle colonne centrali, chiude l'analisi tipologica dello studio condotto sul portico meridionale. La colonna è composta da una base attica, fusto liscio e capitello a canestro riccamente decorato a fogliame e largo pulvino su cui si imposta il cordone tortile sovrastante degli archivolti.

Il caso in esame, presenta difficoltà molto differenti rispetto al fronte della Cattedrale. Esso, infatti, richiede un'elaborazione a 360° attorno all'oggetto e la capacità di chiudere con precisione il giro, non è sempre garantita. Tuttavia, il data set realizzato, le condizioni di luce, la macchina fotografica e la distanza focale utilizzati, hanno generato il risultato sperato. Infatti, la geometria della base, del fusto e del capitello della colonna sono perfettamente ricostruiti e approfonditi nel dettaglio. La geometria elaborata, quella di un cilindro smussato con entasi, e il raccordo con il capitello da un lato e la base dall'altro, ha risposto perfettamente alle caratteristiche reali dell'oggetto, come si evince dai profili realizzati in ambiente Rhinoceros e dalla sovrapposizione degli stessi con la scansione laser.

La tabella riassume le caratteristiche della sperimentazione.

Colonna centrale del Portico	
Larghezza 0,52 m/altezza 5,37 m	
Numero di immagini	64
Macchina Fotografica	Nikon D3200
Risoluzione	24 Mpix
Distanza focale	18 mm
Tempo totale di calcolo nel cloud	120 min
Mesh	1,140,499 triangoli
570,657 vertici	
<hr/>	
Intervallo di calcolo (m)	0-0.01
Media (m)	0.0032
Scarto quadratico medio (RMS)	0.0061

3. Conclusioni

La sperimentazione condotta sul portico meridionale d'ingresso della Cattedrale di Palermo ha fornito un campione tipologico di indagine esaustivo su scala media e di dettaglio. Il repertorio indagato offre un quadro complessivo sulle potenzialità e sui limiti delle tecniche SFM applicate al patrimonio architettonico. I risultati ottenuti sono pro-

8/Modello OBJ della colonna elaborato con Recap e dataset (sn), prospetto (centro) e dettaglio del modello texturizzato del capitello. OBJ model of the column developed with Recap and dataset (left), front view (center) and detailed view of the textured model of the capital.



logical analysis of the study conducted on the southern portico. The column consists of an attic base, a smooth shaft and richly decorated basket capitals with foliage and a large pulvino on which the tortile cord is set above the arches.

This case presents difficulties different from those faced by the Cathedral. In fact, it requires processing at 360° around the object and the ability to close a full turn with precision is not always guaranteed. However, the dataset created, the lighting conditions, the camera and the focal length used, generated the desired result. Indeed, the geometry of the base of the drum and the capital of the column are perfectly reconstructed and analyzed further in detail.

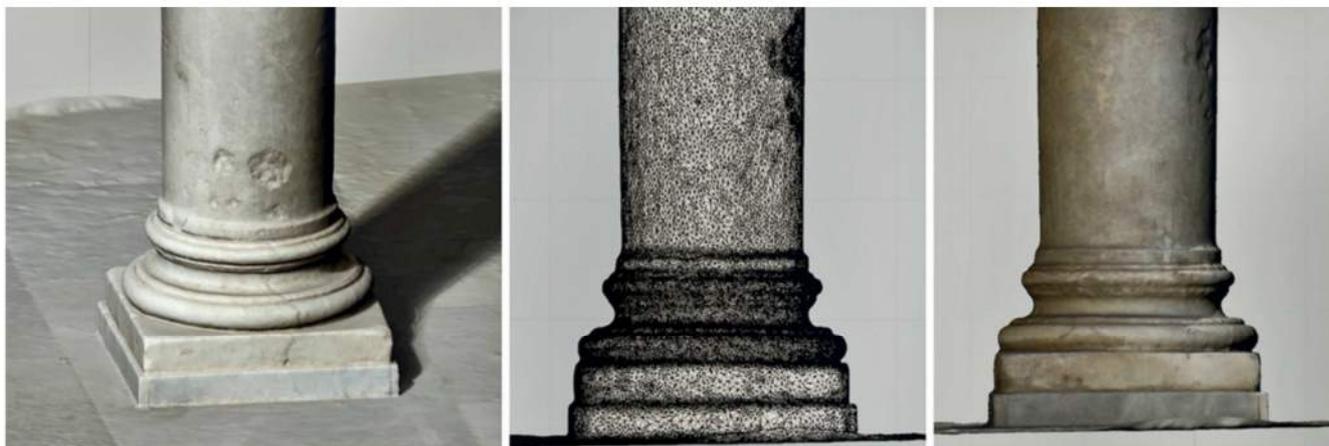
The geometry developed, that of a beveled cylinder with entasis, and a connection with the capital on the one hand and the base on the other hand, responded perfectly to the real characteristics of the object, as is apparent from the profiles made with Rhinoceros and the overlapping of the same with the laser scan.

The table summarizes the characteristics of the trial.

Central column of the Portico	
width 0,52 m/height 5,37 m	
Number of images	64
Camera	Nikon D3200
Resolution	24 Mpix
Focal length	18 mm
Processing running time on cloud	120 min
Mesh	1,140,499 triangles
	570,657 vertices
<hr/>	
Calculation range (m)	0-0.01
Average (m)	0.0032
RMS (m)	0.0061

3. Conclusions

The experiments conducted on the southern portico entrance of the Cathedral of Palermo has provided a typological sample for an exhaustive survey on a medium scale and with detail. The investigated repertoire offers a comprehensive picture of the potential and the limitations of the SfM techniques applied to architectural heritage. The obtained results are promising and constitute the element that contributes to the improvement of the potential offered by these new tech-



mettenti e costituiscono quel tassello che contribuisce al miglioramento delle potenzialità offerte da queste nuove tecniche, che offrono risultati scientificamente rigorosi quanto più si perfeziona il data set in termini di quantità e qualità di presa. In questo modo il professionista e lo studioso, attraverso la potenza del cloud computing e l'utilizzo di una camera fotografica, sono in grado di realizzare autonomamente e a costo zero il proprio modello 3D e gestirlo attraverso software dedicati alla modellazione 3D. Queste tecniche ad oggi hanno raggiunto risultati soddisfacenti nelle applicazioni scientifiche, tra cui questo che favorirà a breve una significativa svolta operativa nel settore del rilievo architettonico. Tuttavia, nonostante le semplificazioni e gli automatismi legati all'attuale e alla futura realizzazione di modelli 3D, è imprescindibile la conoscenza consapevole delle regole geometriche, della topografia, della fotogrammetria e della storia; saperi che costituiscono il bagaglio culturale di qualunque intervento di conoscenza critico sul patrimonio architettonico.

* Laura Inzerillo, Dipartimento di Architettura, Università di Palermo, laura.inzerillo@unipa.it; Cettina Santagati, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, cettina.santagati@dau.unict.it; Mariateresa Galizia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, mgalizia@dau.unict.it.

¹ Sono stati elaborati dataset anche con 10.000 foto (cfr Agarwal, Furukawa, Snavely, Curless, Seitz, Szeliski, 2011).

² Inzerillo, Santagati, 2013.

³ La Cattedrale viene edificata nel 1184 (sull'area della moschea Gami) dall'arcivescovo Gualtiero Offamilio e consacrata nel 1185. Tra il Trecento e la prima metà del Quattrocento, l'edificio subisce delle profonde trasformazioni che interessarono prevalentemente l'esterno e che ne rimodellarono l'involucro secondo il gusto gotico aragonese-catalano di origine iberica. Le aggiunte trecentesche riguardano la grande torre occidentale, le quattro torri angolari, il prospetto principale e il portale maggiore, il portico meridionale col il portale di ingresso alla chiesa, il portale della sacrestia, le finestre delle navate, la sacrestia e le cappelle.

⁴ La scansione laser è stata realizzata con la strumentazione del laboratorio di Fotogrammetria Architettonica e Rilievo "Luigi Andreozzi" dell'Università degli Studi di Catania.

niques, which offer scientifically rigorous results as it perfects the dataset in terms of quantity and quality of the intake. In this way the practitioner and scholar, through the power of cloud computing and the use of a photographic camera, are able to achieve on their own and at no cost their own 3D model and manage it through software dedicated to 3D modeling. These techniques to date have achieved satisfactory results in scientific applications, which will shortly help to finish a significant breakthrough in the field of architectural relief operations. However, despite the simplifications and automation linked to the current and future development of 3D models, the conscious knowledge of the rules of geometry, topography, photogrammetry and history is essential; knowledge that constitutes the cultural baggage of any intervention of critical understanding of architectural heritage.

* Laura Inzerillo, Dipartimento di Architettura, Università di Palermo, laura.inzerillo@unipa.it; Cettina Santagati, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, cettina.santagati@dau.unict.it; Mariateresa Galizia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, mgalizia@dau.unict.it.

¹ Dataset even with 10,000 photos have been developed, (cfr Agarwal, Furukawa, Snavely, Curless, Seitz, Szeliski, 2011).

² Inzerillo, Santagati, 2013.

³ The Cathedral was built in 1184 (on the area of Gami mosque) by Archbishop Walter of the Mill and was consecrated in 1185. Between the 14th and the first half of the 15th century, the building undergoes major changes that mainly affected the outside and that remodeled the housing according to the Aragonese-Catalan Gothic style of Hispanic origin. The additions relate to the great 14th-century west tower, the four corner towers, the main façade and the main portal, the portal of the southern portico with entrance to the church, the portal of the sacristy, the windows of the aisles, the chapels and the sacristy.

⁴ The laser scanning was carried out during the Laboratory of Architectural Photogrammetry and Surveying "Luigi Andreozzi", University of Catania.

References

- Amato Giovanni Maria, 1728. *De Principe Templo panormitano. Il Tempio dei Re*. Palermo: Reprint, 2001, 155 p.
- Agarwal Sameer, Furukawa Yasutaka, Snavely Noah, Curless Brian, Seitz Steven M., Szeliski Richard. 2011. Building Rome in a day. *Communications of the ACM*, 2011, 54, 14, pp. 105-112.
- Bandiera Adriana, Beraldin Jean-Angelo, Gaiani Marco. 2011. Nascita ed utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali. *Ikhnos*, 2011, pp. 81-134.
- Basile Nino, 1938. *Palermo felicissima: divagazioni d'arte e di storia*. Palermo: Pietro Vittorietti Editore, 1978,
- Bertocci Stefano, Bini Marco. 2012. *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Novara: CittàStudi, 2012, 436 p. ISBN: 978-88-2517-362-8.
- Casu Paola, Pisu Claudia. 2013. Photo-modeling and cloud computing. Applications in the survey of late gothic architectural elements, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2013, XL-5/W1, pp. 43-50.
- Cundari Cesare. 2012. *Il rilievo architettonico. Ragioni. Fondamenti. Applicazioni*. Roma: Aracne, 2012, ISBN: 978-88-548-4741-5.
- Bellafore Giuseppe. 1999. *La Cattedrale di Palermo*. Palermo: Flaccovio Editore, 1999, 155 p. ISBN: 978-88-7804-162-2.
- Docci Mario, Maestri Diego. 2009. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Edizioni Laterza, 2009, 374 p. ISBN: 978-88-4209-068-7.
- Furukawa Yasutaka, Curless Brian, Seitz Steven M., Szeliski Richard. 2010. Towards Internet-scale Multi-view Stereo. *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2010, pp 1434 – 1441.
- Galizia Mariateresa, Santagati Cettina. 2013. Low-cost image-based modeling techniques for archaeological heritage digitalization: more than just a good tool for 3D visualization?. *Virtual Archaeology Review – VAR Journal*, 4 (9), 2013, pp. 123-129.
- Kersten Thomas, Stallmann Dirk. 2012. Automatic texture mapping of architectural and archaeological 3d models. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXIX-B5, 2012, pp. 273-278.
- Inzerillo Laura, Santagati Cettina. 2013. Il progetto del rilievo nell'utilizzo di tecniche di modellazione dense stereo matching. *Disegnare Idee Immagini*, 47, 2013, pp. 82-91.
- Inzerillo Laura. 2008. *Il Gotico Chiamontano, Aragonese e Catalano nella Sicilia occidentale*. Palermo: Edizioni Caracol, 2008, 191 p. ISBN 978-88-89440-29-2
- Meli Guido. 1991. *Un albero pieno di vita*. Roma: Istituto Enciclopedia Italiana, 1991
- Nguyen Hoang Minh, Wunsche Burkhard, Delmas Patrice, Lutteroth Christof. 2012. 3D Models from the Black Box: Investigating the Current State of Image-Based Modeling. *Proceedings of the 20th International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (WSCG 2012)*, 2012, pp 115-123.
- Pollefeys Marc, Van Gool Luc. 2002. From images to 3D models. *Communications of the ACM*, 45 (7), 2002, pp. 50-55.
- Remondino Fabio, El-Hakim Sabry. 2006. Image-based 3-D modelling: a review. *The Photogrammetric Record*, 21, 115, 2006, pp. 269–291.
- Remondino Fabio, Del Pizzo Silvio, Kersten Thomas, Troisi Salvatore. 2012. Low-Cost and Open-Source Solutions for Automated Image Orientation—A Critical Overview. *EuroMed 2012, Progress In Cultural Heritage Preservation, LNCS 7616*, 2012, pp. 40-54.
- Rodríguez-Navarro Pablo. 2013. (a cura di) Disegnare con la fotografia digitale. *DISEGNARECON*, 6, n. 12, 2013, p.1-7.
- Santagati Cettina, Inzerillo Laura. 2013. 123D Catch: efficiency, accuracy, constraints and limitations in architectural heritage field. *International Journal of Heritage in Digital Era*, 2 (2), 2013, pp 263-290.
- Snavely Noah, Seitz Steven M., Szeliski Richard. 2012. Photo tourism: Exploring photo collections in 3D. *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH Proceedings)*, 25 (3), 2006, pp. 835-846.
- Snavely Noah, Seitz Steven M, Szeliski Richard. 2008. Modeling the World from Internet Photo Collections. *International Journal of Computer Vision*, 80 (2), 2008, pp. 189-210.
- Zambruno Simone, Vazzana Antonino, Buti Laura, Orlandi Marco. 2013. Cloud computing e fotomodellazione come integrazione della modellazione 3D per l'architettura storica. La chiesa di San Giovanni Evangelista in Ravenna. *Archeologia e Calcolatori*, 24, 2013, pp 371-378.
- Urbani Leonardo (a cura di). 1993. *La Cattedrale di Palermo, studi per l'ottavo centenario della fondazione*. Palermo: Sellerio Editore, 1993.
- Vu Hoang Hiep, Keriven Renaud , Labatut Patrick, Pons Jean-Philippe. 2012. Towards high-resolution large-scale multi-view stereo. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2009, pp. 1430 –1437.
- Zanca Antonio. 1989. *La Cattedrale di Palermo dalle origini allo stato attuale*. Palermo: Accademia Nazionale di Scienze Lettere e Arti di Palermo, 1989, 333 p.
- Wu Changchang. 2011. *VisualSFM: A Visual Structure from Motion System* <http://homes.cs.washington.edu/~ccwu/vsfm/2011>