

GIOVANNI PANCANI

Piazza dei Miracoli a Pisa: il Battistero
Metodologie di rappresentazione e documentazione digitale 3D

edifir
EDIZIONI FIRENZE

La collana “Disegno, rilievo e progettazione” nella quale rientra questa pubblicazione, ha un collegio di referee internazionali. “Piazza dei Miracoli a Pisa: il Battistero. metodologie di rappresentazione e documentazione digitale 3d”, ha un comitato scientifico ed il testo è stato sottoposto ad una commissione di due referee composta da due membri italiani.

Il volume è stato realizzato grazie al contributo dei fondi della ricerca scientifica di Ateneo. La ricerca si è svolta presso il Dipartimento di Architettura dell’Università degli studi di Firenze.



Si ringrazia l’Opera della Primaziale Pisana per la concessione delle immagini, la collaborazione e l’assistenza prestata.

© Copyright 2016
by Edifir Edizioni Firenze s.r.l.
Via Fiume, 8 – 50123 Firenze
Tel. 055289639 – Fax 055289478
www.edifir.it – edizioni-firenze@edifir.it

Responsabile del progetto editoriale
Simone Gismondi

Responsabile editoriale
Elena Mariotti

Progetto grafico
Giovanni Pancani

Stampa
Pacini Editore Industrie Grafiche

ISBN 978-88-7970-788-6

In copertina
Fotopiano del paramento esterno del Battistero di Piazza dei Miracoli a Pisa

Photocopies for reader’s personal use are limited to 15% of every book/issue of periodical and with payment to SIAE of the compensation foreseen in art. 68, codicil 4, of Law 22 April 1941 no. 633 and by the agreement of December 18, between SIAE, AIE, SNS and CNA, ConfArtigianato, CASA, CLAAI, ConfCommercio, ConfEsercenti. Reproductions for different purposes from the previously mentioned one may be made only after specific authorization by those holding copyright the Publisher.

Comitato Scientifico

Marcello Balzani	<i>Università di Ferrara</i>
Stefano Bertocci	<i>Università di Firenze</i>
Giuseppe Bentivoglio	<i>Opera della Primaziale Pisana</i>
Marco Bini	<i>Università di Firenze</i>
Francesca Fabiani	<i>Soprintendenza BAPSAE Firenze, Pistoia e Prato</i>
Fauzia Farneti	<i>Università di Firenze</i>
Marco Gaiani	<i>Università di Bologna</i>
Saverio Mecca	<i>Università di Firenze</i>
Giovanni Minutoli	<i>Università di Firenze</i>
Susana Mora Alonso	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>
Paola Puma	<i>Università di Firenze</i>
Roberto Parenti	<i>Università di Siena</i>
Sandro Parrinello	<i>Università di Pavia</i>
Silvio Van Riel	<i>Università di Firenze</i>

Indice

PRESENTAZIONE	
GIUSEPPE BENTIVOGLIO, <i>Dirigente tecnico dell'Opera della Primaziale Pisana</i>	9
PREFAZIONE	
STEFANO BERTOCCI, <i>Università di Firenze</i>	11
INTRODUZIONE	21
1. CENNI STORICI	29
1.1 <i>La città di Pisa</i>	29
1.2 <i>La Piazza dei Miracoli</i>	31
1.3 <i>Il Battistero</i>	35
2. LA FABBRICA DEL BATTISTERO	39
2.1 <i>Le fasi costruttive</i>	39
2.2 <i>Forma e composizione</i>	41
3. BREVE STORIA DI UN PROGETTO DI RILIEVO IN FIERI	49
3.1 <i>Le prime sperimentazioni di rilievo laser scanner</i>	49
3.2 <i>Dalle prime sperimentazioni di restituzione al progetto per la rappresentazione del paramento esterno</i>	50
3.3 <i>Le ultime campagne di rilievo sui monumenti della piazza</i>	52
4. IL RILIEVO	59
4.1 <i>I primi rilievi e le loro potenzialità di rappresentazione</i>	59
4.2 <i>Metodologie per la certificazione del rilievo laser scanner</i>	60
4.3 <i>La risoluzione del rilievo</i>	62
4.4 <i>Individuazione delle tolleranze</i>	63
5. LA RAPPRESENTAZIONE	69
5.1 <i>Il problema della restituzione piana di un organismo cilindrico</i>	69
5.2 <i>Discretizzazione, suddivisione e catalogazione degli elementi architettonici primi</i>	72
5.3 <i>Sintesi della rappresentazione</i>	75
5.4 <i>La strada della fotogrammetria</i>	78
6. SICAR: IL DATA-BASE DI ARCHIVIAZIONE DATI DEL MIBACT	83
6.1 <i>Presentazione del software</i>	83
6.2 <i>L'inserimento del rilievo del Battistero di Pisa in SICaR</i>	85
ATLANTE	89
<i>Restituzioni 2012</i>	93
<i>Restituzioni 2016</i>	121
BIBLIOGRAFIA	157
CREDITI	159

PREFAZIONE

STEFANO BERTOCCHI

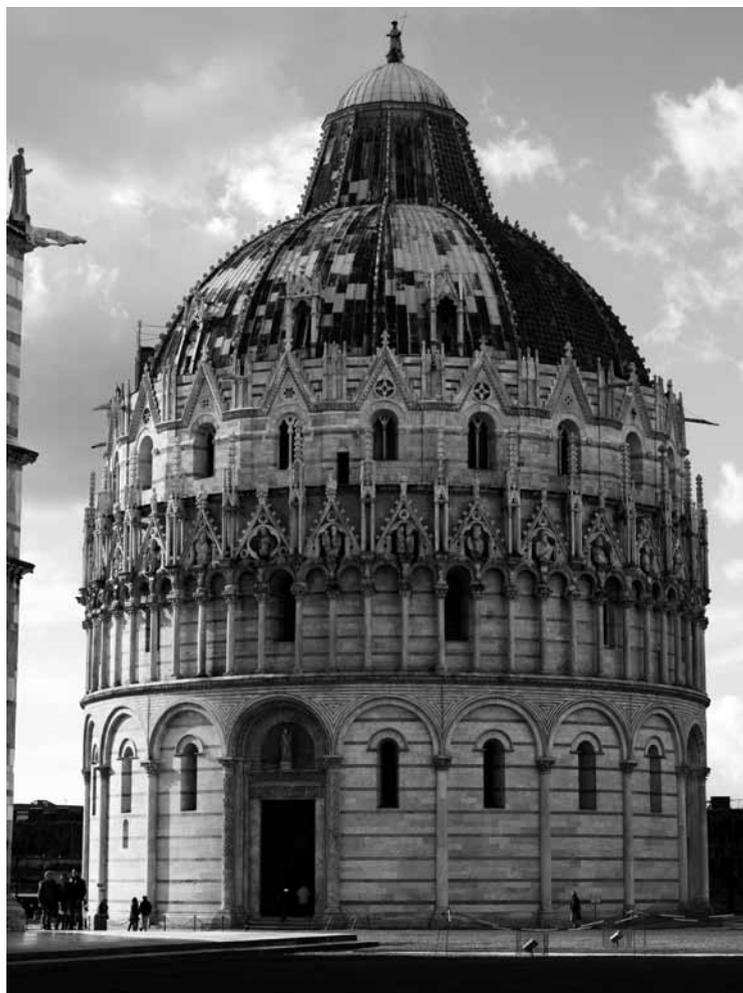
Università di Firenze

L'importanza di una ricerca applicata

Il progetto del rilievo del Battistero di Pisa e della Piazza dei Miracoli è uno di quei lavori importanti che accompagnano la vita accademica di un ricercatore e diventano occasione per la sperimentazione di ogni innovazione che si presenta nel settore disciplinare specifico. Nell'Aprile del 2002 iniziammo con un affiatato gruppo di studio, guidato allora da Marco Bini e composto da colleghi delle università di Firenze e di Ferrara, un progetto sperimentale per il rilievo laser scanner 3D del Battistero. Il progetto è stato sempre sostenuto, fino ad oggi con la pubblicazione di quest'opera, dall'Opera della Primaziale Pisana, con accordi di collaborazione specifici con le singole università citate. La tecnologia Laser scanner, come si legge più avanti nel testo di Giovanni Pancani, "muoveva all'epoca i primi passi e fino ad allora non era mai stato affrontato, per un monumento così morfologicamente complesso, un rilievo integrale e organico. Il lavoro, certamente molto difficoltoso, rappresentava una sfida tecnologica e metodologica, soprattutto viste le caratteristiche di ingegnerizzazione delle strumentazioni allora disponibili". I primi risultati, sia metodologici che dal punto di vista dei risultati, vennero sistematizzati da Giorgio Verdiani, nella sua tesi di dottorato discussa nel 2003; qui si affrontava in maniera più approfondita il problema della restituzione dei

dati della nuvola di punti, optando per la modellazione 3D, in considerazione della complessità mostrata dal tema costituito da un'architettura a pianta centrale di forma circolare coperta da due strutture intersecate, una interna di forma conica ed una esterna a cupola emisferica¹. Successivamente si pensò a risolvere le numerose problematiche relative ad una nuova restituzione grafica bidimensionale dei fronti del Battistero di Pisa partendo da un nuovo rilievo laser scanner². Il problema principale era la restituzione degli alzati in proiezioni ortogonali al fine di ottenere una documentazione in "vera grandezza" di tutti gli elementi delle facciate esterne, utilizzabile ai fini della progettazione e della documentazione delle future opere di conservazione e restauro. Nel presente volume sono riportati i risultati ancora parziali delle ricerche, presentati criticamente e illustrati, a seconda delle metodologie sperimentate, nell'atlante dei rilievi riportato in appendice.

Questo progetto dimostra ancora una volta l'importanza di tutto il settore della ricerca applicata alla documentazione del patrimonio che assume un particolare interesse, proprio per le opportunità che si sono aperte e le continue innovazioni dal punto di vista tecnologico, per il contributo essenziale all'attività di conservazione del patrimonio stesso.



Veduta del Battistero di Pisa.

Il rilievo è un'attività scientifica che consente di indagare approfonditamente l'aspetto di un manufatto e di precisare in maniera determinante, ai fini del progetto di conservazione, sia gli aspetti dimensionali che quelli materici ed è in grado, se opportunamente condotto, di dare fondamentali indicazioni anche dal punto di vista delle strategie operative. Una documentazione adeguata consente di precisare a priori i contenuti delle operazioni e le attività da svolgere sul campo, fornendo una base fondamentale per la diagnostica e, giungendo anche ad attività di simulazione dei risultati, può prefigurare gli esiti definitivi del progetto di conservazione e di restauro. Si sottolinea qui anche un altro aspetto importante relativo alla costituzione di una base di conoscenze affidabili, fondamentali anche per le attività di manutenzione corrente e per le attività di programmazione che devono essere previste per una corretta gestione del patrimonio. Il rilievo si pone quindi come un imprescindibile fondamento per le attività di conoscenza, di accompagnamento alle



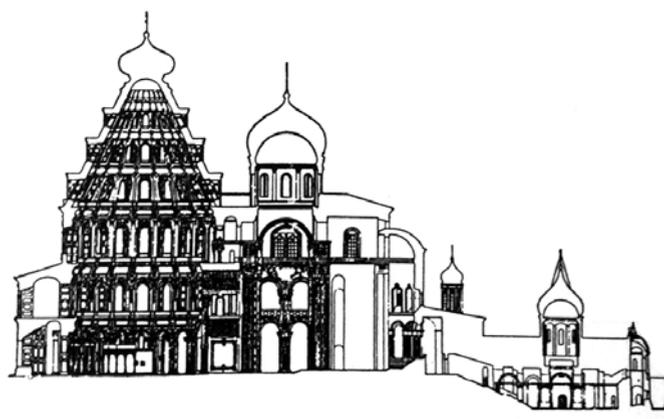
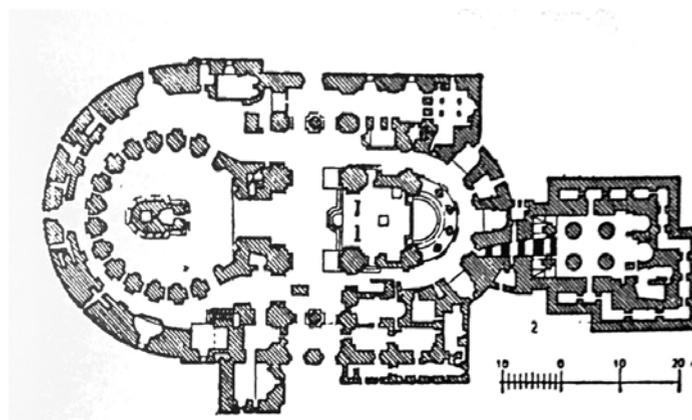
Dettaglio della veduta di Gerusalemme di Georg Braun e Franz Hogenberg, Hierosolyma Urbs Sancta del 1572. Nel dettaglio sono visibili in primo piano il complesso della Spianata delle Moschee con la Cupola della Roccia ed in secondo piano il complesso del Santo Sepolcro con la cupola troncoconica della Anastasis.

scelte operative di cantiere per la precisazione di elementi specifici, della diagnostica che può essere effettuata anche in corso d'opera o per gli stati di avanzamento dei lavori; infine gli elaborati aggiornati diventano documento conclusivo, riassunto complessivo delle attività svolte, fotografia finale alla conclusione dei lavori che costituirà a sua volta la base fondamentale per la corretta gestione del patrimonio. Ulteriori opportunità sono offerte da tutto quel mondo digitale che oggi chiamiamo realtà virtuale: questi insiemi di dati oramai sono considerati importanti non solo dal punto di vista dell'aspetto tecnico e pratico a supporto delle attività di conservazione, delle quali prima si è parlato, ma acquistano ulteriore importanza se si considerano dal punto di vista



Modello della chiesa del Santo Sepolcro in legno e con decorazioni in madreperla, un lavoro di artigiani di Betlemme del XVII secolo tratto dai disegni di Bernardino Amico realizzati tra il 1593 e il 1597. Il modello è conservato presso il Rockefeller Museum di Gerusalemme.

di una vera e propria nuova opportunità di sopravvivenza del Patrimonio. Molti studiosi iniziano a considerare il mondo digitale come una possibile “second life” che può offrire nuove opportunità, anche in considerazione dei rischi concreti a cui oggi è esposto il Patrimonio mondiale. Da questo punto di vista assume infatti una notevole importanza anche la conservazione del patrimonio digitale che documenta la vita e le attività per conservazione che si sono svolte su di un determinato oggetto del Patrimonio. Queste banche dati, anche in considerazione dei rischi ai quali il patrimonio reale è esposto, possono costituire esse stesse patrimonio da tutelare in quanto conservano la memoria, la forma e le dimensioni, l’aspetto fisico e le problematiche



Rilievo della Cattedrale della Resurrezione del monastero della Nuova Gerusalemme di Istra presso Mosca, costruito alla metà del XVIII secolo dagli architetti Bartolomeo Francesco Rastrello e Karl Blank.

intrinseche dell’oggetto studiato in una forma assai vicina a quello reale in quel determinato momento storico. In particolare i rilievi digitali 3D costituiscono non solo la memoria ma una sorta di doppio virtuale del monumento e del patrimonio che, essendo avulso dalle caratteristiche e dai rischi fisici del luogo reale, può essere conservato in altro luogo, più sicuro, o in quello che viene definito *cloud*, in una banca dati digitale che dovrebbe essere condivisa dalle istituzioni finalizzate alla tutela ed alla conservazione³. Questi temi sono oggi di grandi attualità come dimostrano le numerose aree di crisi del nostro pianeta dove stiamo perdendo molte importanti testimonianze del patrimonio reale⁴.



Veduta dell'area della Spianata delle Moschee a Gerusalemme: al centro la Cupola della Roccia.

Percorsi per lo sviluppo di ulteriori ricerche

Il Battistero costituisce uno degli splendidi “miracoli” della piazza pisana che, per la particolarità dell’insieme architettonico ed ambientale, ha da sempre fornito occasione di riflessioni a viaggiatori, artisti e letterati, e spunti di innumerevoli ricerche. Senza dubbio, dal punto di vista della diffusione di modelli architettonici per le grandi imprese medievali di costruzione o ricostruzione delle numerose cattedrali europee, i complessi religiosi della Terrasanta hanno avuto una importantissima influenza. In particolare il Santo Sepolcro di Gerusalemme ha costituito il riferimento religioso fondamentale ed il modello prevalente per numerose architetture religiose in tutta Europa sia nella forma originaria della fondazione costantiniana sia nella forma che oggi conosciamo, dovuta sostanzialmente alle ricostruzioni del dodicesimo secolo ed ai restauri del Novecento. La Basilica gerosolimitana, nelle varianti delle forme che ha assunto nella sua lunga storia, dovute a saccheggi, crolli, incendi, eventi sismici, e numerose ricostruzioni e restauri, era

nota attraverso testimonianze dirette, descrizioni letterarie, ed era anche documentata da alcuni disegni; si collega, come è noto, nelle forme primitive costantiniane al Mausoleo di Santa Costanza di Roma, del IV secolo, ed a numerosissime chiese a pianta centrale di epoca bizantina e romanica. Nelle forme della ricostruzione di epoca crociata fu, fra l’altro, modello del battistero pisano del XII, ed ha continuato a fornire suggestioni per didascaliche ricostruzioni anche nei successivi periodi storici, come dimostra la Cattedrale della Resurrezione del Monastero della Nuova Gerusalemme nella città di Istra, nell’oblast di Mosca in Russia, fondata nel 1656 dal patriarca Nikon e completata nel 1685 con il coinvolgimento dei maggiori architetti russi dell’epoca, a partire da Bartolomeo Rastrelli⁵. Pisa costituiva indubbiamente nel medioevo una delle potenze marinare di maggiore importanza e, durante le prime crociate alla conquista della Terrasanta, era impegnata direttamente anche come forza militare, come dimostra la crociata guidata dall’arcivescovo di Pisa Daiberto. Era inoltre uno dei principali centri logistici e commerciali del Mediterraneo, con numerose



Veduta della Cupola della Roccia.

filiali anche nei maggiori porti delle coste Sud - Orientali, come dimostra ad esempio il Porto Pisano nella città di San Giovanni d'Acari, oggi Akko, in Terrasanta.

I pisani, ancora prima della fondazione del nuovo battistero, vollero costruire nella loro città un edificio intitolato al Santo Sepolcro che fosse, insieme, chiesa, ospedale, albergo e convento. La struttura, realizzata dall'architetto pisano Diotisalvi, come attestato da una iscrizione sulla base del campanile, è documentata fino dal 1113 e, a seconda dei vari studiosi che se ne sono occupati, è precedente oppure coeva al Battistero; la chiesa faceva parte di un complesso edilizio costruito comunque nella prima metà del XII secolo destinato all'ordine degli Ospitalieri di San Giovanni di Gerusalemme e sorse non lontano dall'Arno, poco fuori le antiche mura nel borgo di Chinzica, in un quartiere commerciale di nuova urbanizzazione.

Il progetto è ispirato alle forme degli edifici sacri di Gerusalemme, l'interno riproduce in dimensioni ridotte il Santo Sepolcro, con pilastri molto snelli disposti a formare un impianto ottagonale

sostenente una alta copertura a piramide, mentre l'ampio deambulatorio esterno, sempre a pianta ottagonale, ricorda nella sua immagine esteriore la moschea di Omar o Cupola della Roccia che, all'epoca delle prime crociate, si riteneva fosse il Tempio di Salomone⁶.

Quando alla metà del XII secolo venne incaricato lo stesso *magister* Diotisalvi dell'ampliamento della Cattedrale e della costruzione del nuovo Battistero, iniziato quest'ultimo nel 1152, appare evidente la volontà della creazione di uno spazio dotato di grande monumentalità ricco di evidenti riferimenti a quelli che erano allora i capisaldi sia della tradizione costruttiva che religiosa, in quella forma peculiare, assunta dal romanico pisano, connotata dal prezioso utilizzo del marmo apuano⁷.

La disposizione assiale dei due edifici rimanda ancora una volta al complesso del Sepolcro gerosolimitano, costituito nella forma primitiva di epoca costantiniana dalla rotonda dell'Anastasis (Resurrezione), costruita attorno alla grotta della sepoltura di Gesù, e dal Martyrium, un corpo basilicale a cinque navate; questi corpi distanziati erano raccordati da un



Chiesa del Santo Sepolcro a Pisa.

cortile porticato rettangolare. L'intero complesso venne quasi completamente distrutto nel 1009 e fu ricostruito in epoca crociata con la giustapposizione di due grandi corpi di fabbrica: l'Anastasis, completata nel 1149, che mantenne le forme del grande impianto circolare preesistente con al centro l'edicola del Santo Sepolcro era congiunta direttamente con una nuova basilica a tre navate, sorta sul luogo dell'antico cortile disposto fra gli edifici costantiniani, con al centro il grande coro datato di deambulatorio e cappelle radiali e con a fianco il gruppo delle cappelle del Calvario.

La costruzione del battistero pisano iniziò quindi a pochissimi anni di distanza dalla ricostruzione dell'Anastasis, con una straordinaria somiglianza a quest'ultima nell'impianto centrale, con deambulatorio e galleria al livello superiore, coperto con una pseudo cupola troncoconica, aperta in sommità con un grande oculo, sostenuta grandi pilastri congiunti da strette arcate. Nei due impianti si riscontrano, nell'ordine basamentale interno, l'alternanza di pilastri e gruppi di robuste colonne

(gruppi di tre nell'Anastasis, gruppi di due nel Battistero pisano). Secondo la ricostruzione del primitivo progetto del Battistero pisano, dovuta al De Fleury, l'alta copertura a tronco di piramide (con spigoli raccordati) avrebbe dovuto presentarsi con una base dodecagonale e un'apertura ad oculo in sommità. I lavori di completamento del battistero, che proseguirono in diverse fasi successive, in una fase furono seguiti da Nicola e Giovanni Pisano che modificarono in particolare l'aspetto esterno dell'edificio con l'aggiunta della loggia gotica e della cupola emisferica (di fatto un tiburio) che copre per buona parte quella tronco piramidale.

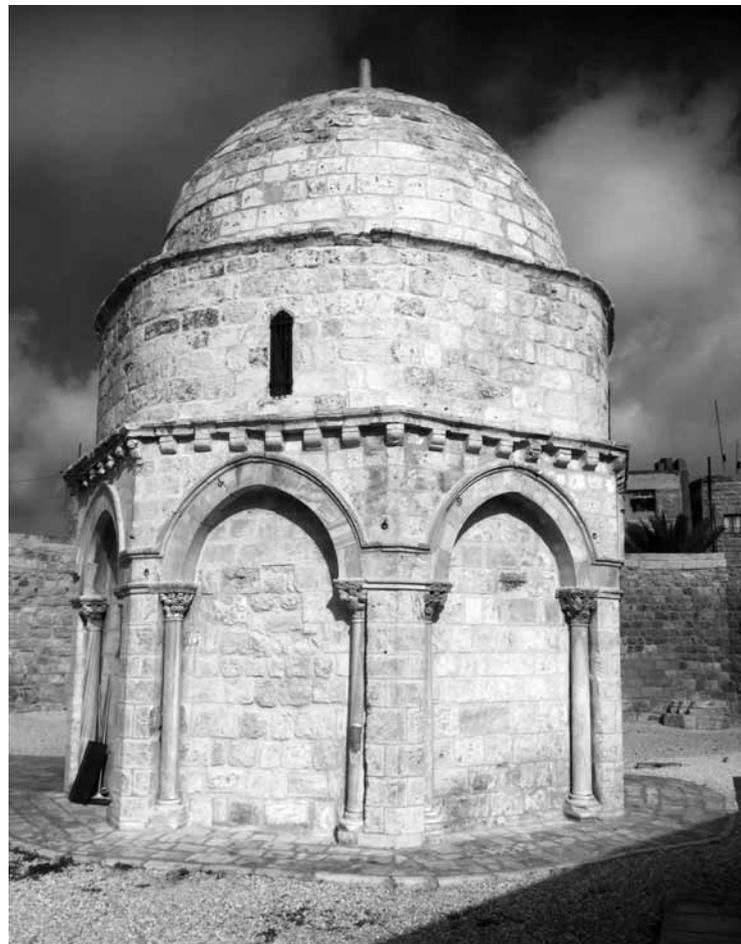
La copertura troncoconica o piramidale costituisce uno degli aspetti di maggiore interesse per quanto riguarda il confronto con il modello del Santo Sepolcro per diverse ragioni. In particolare possediamo oggi soltanto scarse testimonianze della copertura originale del tempio gerosolimitano dato che la sua struttura di copertura crollò completamente nel 1808 e venne successivamente ricostruita a più riprese e con



Cappella di Sant'Agata presso la chiesa di San Paolo a Ripa D'Arno a Pisa. La piccola cappella a pianta ottagonale in laterizio risale al XII secolo e presenta una caratteristica copertura a piramide.

diversa forma: lo studio delle “repliche” può quindi senz'altro fornire maggiori e nuove indicazioni sulla struttura perduta del Sepolcro di Gerusalemme⁸.

Il lavoro presentato in questo volume si pone pertanto come un ulteriore passo verso la conoscenza di un monumento così importante come il Battistero di Pisa che, attraverso le opportunità offerte dalle tecnologie contemporanee e la realizzazione di un nuovo e significativo rilievo con restituzioni attente alla scala architettonica e di dettaglio, diverrà un imprescindibile strumento operativo per le future attività di conservazione del monumento e potrà costituire anche un nuovo modello sul quale basare ulteriori considerazioni a livello scientifico e storico critico.



Cappella dell'Ascensione a Gerusalemme, attualmente destinata a moschea, ricostruita in epoca crociata sui resti di una più antica cappella fondata dalla nobildonna romana Poimonia alla fine del IV secolo.

Note

¹ G. Verdiani, *Il Battistero di Pisa: rilievo e rappresentazione digitale tra ricerca e innovazione*, tesi di dottorato di ricerca in Rilievo e rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente, XV ciclo, Firenze, 2003.

² Le scansioni sono state eseguite nella primavera del 2012, in occasione della tesi di laurea di Silvia Barducci dal titolo: *Metodologie di documentazione dei paramenti esterni del Battistero di Pisa*.

³ Per gli aspetti della conservazione del patrimonio dei rilievi digitali 3D il Dipartimento di Architettura, nel 2014, ha aperto un apposito protocollo di cooperazione con CyArk (USA), non-profit cultural organization, per un programma di ricerca relativo al “cultural heritage digital documentation and preservation”; il primo progetto è relativo al rilievo laser scanner 3D del Convento de La Verna (AR).

⁴ Bertocci S., Parrinello S., *Digital Survey and Documentation of Archaeological and Architectural sites UNESCO World Heritage List*, Edifir Edizioni, Firenze, 2015.

⁵ Cfr. Losito, M. *Il Santo Sepolcro e la Gerusalemme celeste*, Adda, Bari, 2011.

⁶ Cfr. Salvarani, R., *La fortuna del Santo Sepolcro nel Medioevo: spazio, liturgia, architettura*, Milano, 2008.

⁷ Cfr. Benassi L., Pierotti P., *Deotisalvi - L'architetto pisano del secolo d'oro*, Pacini editore, Pisa, 2001.

⁸ La cupola attuale fu fatta nel 1870 ed è stata restaurata fra il 1994 ed il 1997.