



MISURA / DISMISURA MEASURE / OUT OF MEASURE

Ideare Conoscere Narrare
Devising Knowing Narrating

45° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2024

45th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2024

a cura di
edited by
Francesco Bergamo
Antonio Calandriello
Massimiliano Ciammaichella
Isabella Friso
Fabrizio Gay
Gabriella Liva
Cosimo Monteleone

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare CEAR-I0/A Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una call aperta a tutti e con un forte taglio internazionale. I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri, esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in Open access e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a double blind peer review secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.

The Series contains the proceedings volumes of the annual conferences of the UID Scientific Society - Unione Italiana per il Disegno and the results of international meetings, researches and symposia organized as part of the activities promoted or sponsored by the UID. The themes concern the Scientific Disciplinary Sector CEAR-I0/A Disegno including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

The volumes of the series can be published both in print and in Open access and all the contributions of the authors are evaluated by a double blind peer review according to the current scientific evaluation criteria.

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università degli Studi di Ferrara*
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università degli Studi di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università degli Studi di Genova*
Francesca Fatta *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid - Spagna*
Atxu Amann y Alcocer *ETSAM Universidad de Madrid (UPM) - Spagna*
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture - Inghilterra*
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid - Spagna*
João Cabeleira *Universidade do Minho Escola de Arquitectura - Portogallo*
Alexandra Castro *Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto - Portogallo*
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia - Spagna*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá - Spagna*
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid - Spagna*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*
Gabriele Pierluisi *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover - Germania*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*
Jousé Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*
Annalisa Viati Navone *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal - Italia*

Progetto grafico di / Graphic design by Enrico Cicalò, Paola Venera Raffa

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (<http://bit.ly/francoangeli-oa>). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

This volume is published in open access, i.e. the entire work file can be freely downloaded from the FrancoAngeli Open Access platform (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access is the platform for publishing articles and monographs, respecting ethical and qualitative standards and the provision of open access content. In addition to guarantee its storage in the major international OA archives and repositories and its integration with the entire catalog of F.A. magazines and series maximizes its visibility and promotes accessibility of search for the user and the possibility of impact for the author.

Further information:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Readers wishing to find out about the books and magazines we publish can consult our website: www.francoangeli.it and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

MISURA / DISMISURA MEASURE / OUT OF MEASURE

Ideare Conoscere Narrare Devising Knowing Narrating

45° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2024

45th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2024

Padova e Venezia | 12 - 13 - 14 settembre 2024
Padua and Venice | September 12th - 13th - 14th 2024

a cura di / **edited by**

Francesco Bergamo, Antonio Calandriello, Massimiliano Ciammaichella, Isabella Friso, Fabrizio Gay,
Gabriella Liva, Cosimo Monteleone

ORGANIZZAZIONE E GESTIONE ATTI DEL CONVEGNO ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONFERENCE PROCEEDINGS

Programmazione, coordinamento delle attività e
della redazione conclusiva

**Planning, Coordination of Activities and
Final Editing**

Francesco Bergamo

Gestione e controllo dei dati

Data Management and Control

Francesco Bergamo, Antonio Calandriello,
Isabella Friso, Gabriella Liva

Istruzione e gestione della piattaforma

Platform Preparation and Management

Domenico Paglia

Revisione e redazione impaginati

Layouts Review and Editing

Francesco Bergamo, Antonio Calandriello,
Massimiliano Ciammaichella, Isabella Friso,
Fabrizio Gay, Gabriella Liva, Cosimo Monteleone

Verifica norme redazionali e impaginazione

Editorial Rules Review and Layout

Rachele Angela Bernardello

Ygor Fasanella

Veronica Fazzina

Giulia Lazzaretto

Greta Montanari

Roberta Montella

Federico Panarotto

Maurizio Perticarini

Giulia Piccinin



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

**I
- -
U
- -
A
- -
V**

45° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno
45th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università di Ferrara*
Paolo Belardi *Università di Perugia*
Stefano Bertocci *Università di Firenze*
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*
Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Enrico Cicalò *Università di Sassari*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*
Francesca Fatta *Università di Reggio Calabria*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*
Francesco Maggio *Università di Palermo*
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università di Udine*
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*
Chiara Vermizzi *Università di Parma*
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Comitato strutture straniere / Foreign institutions components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid*
Atxu Amann y Alcocer *Universidad de Madrid*
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture*
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid*
João Cabeleira *Universidade do Minho*
Alexandra Castro *Universidade do Porto*
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*
Juan Francisco Garcia Nofuentes *Universidad de Granada*
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*
Roser Martínez-Ramos e Iruela *Universidad de Granada*
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña*
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal*

I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono stati forniti da singoli/le autrici e autori per la pubblicazione con copyright, responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione è dei curatori del volume.

The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Giuseppe D'Acunto *Università Iuav di Venezia*
Andrea Giordano *Università di Padova*

Comitato Promotore / Promoting Committee

Franco Bergamo *Università Iuav di Venezia*
Antonio Calandriello *Università Iuav di Venezia*
Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Giuseppe D'Acunto *Università Iuav di Venezia*
Isabella Friso *Università Iuav di Venezia*
Fabrizio Gay *Università Iuav di Venezia*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Gabriella Liva *Università Iuav di Venezia*
Cosimo Monteleone *Università di Padova*

Organizzazione e gestione eventi / Events organization and management

Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Cosimo Monteleone *Università di Padova*

Identità visiva convegno e sito web / Visual identity conference and website

Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Luciano Perondi *Università Iuav di Venezia*

Coordinamento Segreteria Convegno / Conference Secretariat Coordination

Franco Bergamo *Università Iuav di Venezia*
Antonio Calandriello *Università Iuav di Venezia*
Massimiliano Ciammaichella *Università Iuav di Venezia*
Giuseppe D'Acunto *Università Iuav di Venezia*
Isabella Friso *Università Iuav di Venezia*
Fabrizio Gay *Università Iuav di Venezia*
Andrea Giordano *Università di Padova*
Gabriella Liva *Università Iuav di Venezia*
Cosimo Monteleone *Università di Padova*

Revisori / Peer Reviewers

Fabrizio Agnello
Giuseppe Amoroso
Adriana Arena
Marinella Arena
Pasquale Argenziano
Martina Attenni
Alessandra Avella
Fabrizio Avella
Leonardo Baglioni
Marcello Balzani
Laura Baratin
Salvatore Barba
Cristiana Bartolomei
Alessandro Basso
Carlo Battini
Paolo Belardi
Francesco Bergamo
Stefano Bertocci
Marco Giorgio Bevilacqua
Carlo Bianchini
Fabio Bianconi
Matteo Bigongiarì
Maurizio Bocconcinò
Paolo Borin
Alessio Bortot
Stefano Brusaporci
Giovanni Caffio
Antonio Calandriello
Adriana Caldarone
Michele Calvano
Massimiliano Campi
Cristina Candito
Mara Capone
Alessio Cardaci
Anna Laura Carlevaris
Marco Carpiceci
Valentina Castagnolo
Santi Centineo

Valeria Cera
Stefano Chiarenza
Pilar Chías Navarro
Emanuela Chiavoni
Massimiliano Ciammaichella
Maria Grazia Cianci
Enrico Cicalò
Alessandra Cirafici
Vincenzo Cirillo
Luigi Cocchiarella
Daniele Colistra
Antonio Conte
Giuseppe D'Acunto
Pierpaolo D'Agostino
Massimo De Paoli
Agostino De Rosa
Antonella Di Luggo
Edoardo Dotto
Domenico D'Uva
Tommaso Emler
Maria Linda Falcidieno
Laura Farroni
Marco Fasolo
Francesca Fatta
Marco Filippucci
Fausta Fiorillo
Isabella Friso
Amedeo Ganciu
Emanuele Garbin
Vincenza Garofalo
Fabrizio Gay
Andrea Giordano
Gianmarco Girgenti
Maria Pompeiana Iarossi
Manuela Incerti
Carlo Inglese
Serenò Marco Innocenti
Laura Inzerillo
Elena Ippoliti

Alfonso Ippolito
Pedro Antonio Janeiro
Mariangela Liuzzo
Gabriella Liva
Massimiliano Lo Turco
Alessandro Luigini
Francesco Maggio
Federica Maietti
Pamela Maiezza
Matteo Flavio Mancini
Silvia Masserano
Domenico Mediatì
Valeria Menchetelli
Alessandro Merlo
Alessandro Meschini
Barbara Messina
Davide Mezzino
Cosimo Monteleone
Anna Osello
Alessandra Pagliano
Caterina Palestini
Daniela Palomba
Lia Maria Papa
Leonardo Paris
Sandro Parrinello
Maria Ines Pascariello
Giulia Pellegri
Assunta Pelliccio
Francesca Picchio
Marta Pileri
Nicola Pisacane
Manuela Piscitelli
Ramona Quattrini
Paola Venera Raffa
Leopoldo Repola
Veronica Riavis
Andrea Rolando
Jessica Romor
Luca Rossato

Daniele Rossi
Maria Laura Rossi
Michela Rossi
Michele Russo
Rossella Salerno
Marta Salvatore
Cettina Santagati
Marcello Scalzo
Alberto Sdegno
Luca Senatore
Giovanna Spadafora
Roberta Spallone
Ilaria Trizio
Maurizio Unali
Graziano Mario Valenti
Michele Valentino
Starlight Vattano
Chiara Vermizzi
Daniele Villa
Marco Vitali
Andrea Zerbi
Ornella Zerlenga
Ursula Zich

Si ringraziano il Magnifico Rettore dell'Università Iuav di Venezia, prof. Benno Albrecht e la Magnifica Rettore dell'Università di Padova prof.ssa Daniela Mapelli, per il fattivo contributo alla realizzazione del convegno. We thank the Magnifico Rettore of the Università Iuav di Venezia, prof. Benno Albrecht, and the Magnifica Rettore of the University of Padua, prof. Daniela Mapelli, for their active contribution to the realization of the congress.

ISBN digital version 9788835166948

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunica sul sito <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

11

Francesca Fatta

Prefazione | Preface

17

Giuseppe D'Acunto, Andrea Giordano

Misura / Dismisura | Measure / Out of Measure

IDEARE DEVISING

19

Marta Alonso Rodriguez, Raquel Álvarez Arce, Bravo María Benito, Noelia Galván Desyaux

El espacio tras la pared. Los murales de 2x4 Studio para la tienda Prada Soho
The space behind the wall. The murals by 2x4 Studio for the Prada Soho shop

39

Alessandro Bassa, Alessandra Meschini

Fra misura e dismisura nei processi generativi implementati dall'intelligenza artificiale

Between measure and out of measure in generative processes implemented by artificial intelligence

61

Carlo Battini, Tomás Enrique Martínez Chao

Progettazione e IA
Design and AI

77

Stefano Bertocci, Federico Cioli

Il disegno del pattern: esperienza didattica di stampa e applicazioni per il design tessile e la moda

The Drawing Of Pattern: Educational Experience in Printing and Applications for Textile and Fashion Design

95

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Simona Ceccaroni, Claudia Cerbai, Filippo Cornacchini, Michela Meschini, Andrea Migliosi, Chiara Mommi

Il ruolo del disegno per la valorizzazione del Lago di Valfabbrica

The role of drawing in the enhancement of Valfabbrica's lake

115

Emanuela Borsci, Rossella Laera, Marianna Calia

Architetture scolastiche fuori scala: disegnare nuovi spazi collettivi a misura delle comunità

Out-of-scale school architecture: designing new collective spaces tailored to communities

131

Giorgio Buratti, Cecilia Santacroce

Creatività misurabile e immisurabile. La pratica del progetto tra software e processo espressivo

Measurable and immeasurable creativity. The practice of the design between software and expressive process

149

Daniele Calisi, Stefano Botta

Complessità spaziali. Genesi, rappresentazione e immersività di spazi astratti e multiscalari

Spatial Complexity. Genesis, representation, and immersiveness of abstract and multiscale spaces

175

Michele Calvano, Roberto Cognoli

Oltre la misura: modelli parametrici per la realizzazione assistita del progetto

Beyond Measure: parametric models to support design implementation

195

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

Scenari innovativi nel rilievo e monitoraggio architettonico con LiDAR a stato solido e sistemi ADC

Innovative scenarios in architectural survey and monitoring using Solid State LiDAR and ADC systems

213

Mara Capone, Angela Cicala, Gianluca Barile

La misura del dettaglio. Dal "rappresentabile" al "fabbricabile"

The measurement of detail. From the 'representable' to the 'manufacturable'

237

Fabiana Carbonari, Emanuela Chiavoni, Fernando Gandolfi, Eduardo Gentile, Priscilla Paolini, Ana Ottavianelli

Meno e più. Misura e dismisura di Olivetti in Argentina, 1950-2022

More and Less. Olivetti's Measure and out of measure in Argentina, 1950-2022

259

Massimiliano Ciammaichella

Antinomie di Moda. Misura, dismisura, regola e smisuratezza del corpo vestito

Fashion antinomies. Measure, out of measure, rule, and excess of the clothed body

277

Margherita Cicala

Rappresentazioni e Sconfinamenti Territoriali: Il Caso della Loggetta di Napoli tra Disegni Urbani e Identità Architettoniche

Representations and Territorial Boundaries: The Case of the Loggetta in Naples between Urban Designs and Architectural Identities

307

Luigi Cocchiarella

Prefigurazione: dismisura in atto

Prefiguration: Out of measure at work

319

Daniele Colistra

Misurare il suono. Simboli e segni per la notazione musicale contemporanea

Measuring sound. Symbols and signs for contemporary musical notation

339

Pierpaola D'Agostino

Leggere la misura attraverso cartogrammi. Un approccio alla scala urbana

Reading measurement through cartograms. An approach to the urban scale

355

Domenico D'Uva

AI-Enhanced Facade Design: Exploring the Synergy of Generative Models and Architectural Creativity

363

Pia Davico, Jacopo Della Rocca, Giulio Davico

Alterazioni percettive delle misure e delle forme dell'architettura: videomapping al castello di Vinovo

Perceptual alterations of architectural measures and shapes: videomapping at Vinovo Castle

383

Veronica Fazzina

Il disegno e la ricerca della configurazione: l'ampliamento di Casa Ottaviani di Mario Ridolfi

Drawing and configuration research: the extension of Ottaviani house by Mario Ridolfi

401

Juan Francisco Garcia Nofuentes, Martínez-Ramos e Iruela Roser

Medir es Comparar: exploración de la Universalidad de la Medida

Measurement is Comparing: Exploring the Universality of Measurement

415

Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcinio, Mariapaola Vozzola, Angela Fanfani

Modelli per l'edilizia ospedaliera e sanitaria: studio delle relazioni e definizione delle modularità

Designs for hospital and healthcare construction: research into relationships and definition of modularity

443

Fabrizio Gay, Irene Cazzaro

Are the morphometric dimensions of artificial drawing out of measure?

453

Victor Antonio Lafuente-Sánchez, Daniel López-Bragado, Antonio Álvaro Tordesillas, Miguel Ruiz Domínguez

La función icónica de la arquitectura: la pregnancia en la esencialización gráfica y su aplicación a la imagen corporativa

The iconic function of architecture: the pregnancy in graphic essentialization and its application to corporate image

471

Shangyu Lou, Gabriele Stancato, Marco Boffi, Nicola Rainiso, Paolo Ceravolo, Barbara E.A. Piga
Evaluating Urban Perception: Comparing Place Pulse 2.0 Dataset Results with Images of Varied Field of View

483

Giampiero Mele, Michela Rossi
La bellezza della misura. Controllo, disegno, progetto a Milano da Bramante a Leonardo
The beauty of measure. Control, drawing, design in Milan in Bramante's and Leonardo's work

501

Sonia Mollica
Modellazione generativa e morfologia dell'amorfo: per una scalarità geometrica
Generative modeling and morphology of the amorphous: for geometric scalarity

521

Fabrizio Natta
La definizione delle piante nelle architetture civili di Vittone tra proporzioni e quadratura
The plans definition in Vittone's civil architecture between proportions and squareness

541

Sandro Parrinello, Matteo Bigongiaro, Anna Dell'Amico, Gianlorenzo Dellabartola, Alberto Pettineo
Il Disegno delle isole "minori" dell'arcipelago veneziano
The Drawing of the Venetian Archipelago's 'Minor' Islands

561

Francesca Picchio, Alessandro Martinelli, Silvia La Placa, Francesca Galasso, Hangjun Fu, Marco Carnevale
Misurare e rappresentare il "verde": dal rilievo digitale alle piattaforme di training virtuale
Measuring and representing "green" elements: from digital surveying to virtual training platforms

583

Giorgia Potestà, Lorenzo Lepori, Paolo Mannella
InfraBIM e Monitoraggio Strutturale. Digitalizzazione e installazione di sistemi SHM
InfraBIM and Structural Monitoring. Digitalization and installation of SHM systems

605

Fabiana Raco, Marcello Balzani, Fabio Planu, Martina Suppa, Dario Rizzi, Francesco Virali
Spazi immersivi. Configurazioni spaziali oltremisura per l'architettura e il design industriale
Immersive spaces. Spatial configurations out of measure for architecture and industrial design

621

Roberta Spallone, Marco Vitali
"Prima daremo le regole universali, indi le misure particolari". Geometria, balistica e costruzione per il progetto delle fortezze nel Trattato di Fortificazione di Guarini
"Prima daremo le regole universali, indi le misure particolari". Geometry, ballistics, and construction for fortresses' design in Guarini's Trattato di Fortificatione

643

Pedro Gabriel Vindrola, Pierpaolo D'Agostino
Exploring the Potential of AR: Developing a Parametric Algorithm for Physical-Digital Interaction

CONOSCERE KNOWING

653

Fabrizio Agnello, Marco Rosario Geraci
Il disegno del sottosuolo: la Grotta della Sibilla di Marsala nel Voyage pittoresque di Jean Houël
Drawing the underground: the Sybil's Grotto of Marsala in Jean Houël's Voyage pittoresque

675

Anna Teresa Alfieri
Dismisura di misure: l'ossessione per il controllo dei dati nella rappresentazione dell'architettura
Overdose of measures: the obsession with data control in the representation of architecture

685

Ángel Allepuz Pedreño, Carlos L. Marcos
La medida de un palmo romano: 22cm
The measurement of a Roman palm: 22cm

703

Sara Antinozzi
La misura del dettaglio
Measuring the detail

721

Giuseppe Antuono, Erika Elefante
Rilievo e modellazione parametrica generativa per l'analisi storico-geometrica dell'architettura espositiva
Survey and generative parametric modeling for historical-geometric analysis of exhibition architecture

747

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi
Alcune riflessioni sul modulo, l'unità di misura e i modelli 3D di ricostruzioni ipotetiche
Some reflections on the module, the unit of measurement, and the 3D models of hypothetical reconstructions

765

Alessandra Avella, Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano
Disegno, modelli, invarianti geometriche delle forme cristalline verso la sostenibilità nel design del gioiello
Drawing, models, geometric invariants of crystalline shapes towards sustainability in jewellery design

791

Fabrizio Avella, Giulio Cellura, Fabrizio Valpreda
Un serious game per la ricostruzione del tempio G di Selinunte
A serious game for the reconstruction of temple G of Selinunte

815

Leonardo Baglioni, Sofia Menconero
La misura dell'armonia: l'ordine ionico di Vignola a Palazzo Farnese a Caprarola
The Measure of Harmony: Vignola's Ionic Order at Palazzo Farnese in Caprarola

839

Laura Baratin, Veronica Tronconi, Francesca Gasparetto
Il futuro della ricerca: misurare l'impatto della conservazione del patrimonio culturale e della sua rappresentazione
The future of research: measuring the impact of the cultural heritage preservation and representation

859

Rachele Angela Bernardello
BIM come misura: svelare l'architettura perduta di Sant'Agostino
BIM Precision Tools: Unveiling Sant'Agostino Lost Architecture

879

Carlo Bianchini, Flavio Carnevale, Marika Griffo
Algoritmi di best fit applicati allo studio dell'architettura storica
Best fit algorithms applied to research in historic architecture

899

Cecilia Maria Bolognesi, B. Lin, T. Xiangyao
Supporting the Diagnosis and Functioning of Historical Buildings through measuring

911

Alessio Bortot, Paolo Borin
La misura della Chiesa di San Miguel a Segovia. Geometria e meccanica delle volte nervate di Rodrigo Gil de Hontañón
The Survey of the Church of San Miguel in Segovia. Geometry and Mechanics of the Ribbed Vaults of Rodrigo Gil de Hontañón

935

Cristian Boscaro, Rachele Dubbini, Jessica Clementi, Enzo Rizzo, Manuela Incerti
Procedure e tecniche di rilievo integrate per l'analisi di strutture archeologiche sepolte: test-site e analisi delle principali problematiche
Integrated survey, procedures and techniques for the analysis of buried archaeological structures: test-site and analysis of main issues

957

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza, Alessandra Tata, Giovanni Floris, Luca Vespasiano
Il Building Information Modeling per la documentazione e gestione del patrimonio costruito: il caso studio del polo universitario di Coppito
Building Information Modeling for the documentation and management of the built heritage: the case study of the Coppito university campus

973

Stefano Brusaporci, Luca Vespasiano, Pamela Maiezza
Survey and critical analysis of the church of S. Pietro a Coppito in L'Aquila

987

Alessio Buonacucina, Prokopios Kantas, Graziano Mario Valenti
Geometrie coniugate: gli ingranaggi a nuclei iperboloidici
Conjugate Geometries: Hyperboloidal Core Gears

1007

Antonio Calandriello, Giulia Lazzaretto, Giulia Piccinin
La scala elicoidale della Lonja de Los Mercaderes di Valencia. Dai trattati alla digitalizzazione del modello stereotomico
The helicoidal staircase of the Lonja de Los Mercaderes in Valencia. From treatises to the digitization of the stereotomic model

1029

Adriana Caldarone, Elena D'Angelo, Martina Empler, Tommaso Empler, Alexandra Fusinetti, Alessia Mazzei, Esterletizia Pompeo, Maria Laura Rossi, Fabio Quici
Le emergenze storico architettoniche del versante occidentale dell'Isola d'Elba tra il X ed il XX secolo
Historical architectural landmarks of the western area of Elba Island between the 10th and 20th centuries

1049

Flavia Camagni, Marco Fasolo, Elisa Guarino
La dismisura come strumento per la rappresentazione del reale: le tarsie lignee dei fratelli Pucci
Out of measure as a tool for the representation of reality: the wooden inlays of the Pucci Brothers

1077

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone
Disegno e Misura di un'architettura svelata: i Sotterranei gotici della Certosa di San Martino
Drawing and Measurement of a Revealed Architecture: The Gothic Basement of the Certosa di San Martino

1097

Cristina Candito
Topologia, o delle qualità immanenti delle forme. Dai grafi di Eulero alla rappresentazione semplificata e accessibile dell'architettura
Topology, or the immanent qualities of forms. From Euler graphs to the simplified and accessible representation of architecture

1119

Andrea Casale, Noemi Tomasella, Elena Ippoliti
Le insidie del testimone oculare. La percezione ingannevole della misura
The pitfalls of the eyewitness. The deceptive perception of measure

1137

Martina Castaldi, Francesca Salvetti, Michela Scaglione
Il sistema palazzo-giardino nel tessuto urbano storico Genovese: Il caso di Palazzo Interiano Pallavicino a Genova
The palace-garden System in the Historical Urban Fabric of Genoa: The Case of Palazzo Interiano Pallavicino in Genoa

1157

Pilar Chías Navarro, Lia Maria Papa, Lucas Fernández Trapa
Tra misura e percezione: il paesaggio dei Siti Reali
Between measurement and perception: the landscape of Royal Sites

1179

Emanuela Chiavoni, Francesca Porfiri, Federico Rebecchini, Maria Belen Trivi
Teatro India a Roma: forma struttura e proporzione nel paesaggio industriale
Teatro India in Rome: Form, structure and proportion in the industrial landscape

1197

Maria Grazia Cianci, Sara Colaceci, Michela Schiaroli
La misura dello spazio architettonico e urbano tra storia e contemporaneità: l'ex fabbrica Mira Lanza a Roma
The Measurement of Architectural and Urban Space Between History and Contemporaneity: The Former Mira Lanza Factory in Rome

1219

Antonio Conte, Roberto Pedone, Ali Yaser Jafari
Matera, una città a misura umana tra segni costruttivi e sapienza collettiva
Matera, a city on a human scale between constructive signs and collective wisdom

1241

Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia, Gloria Russo
Misura e ornamento nel foyer del Teatro Massimo Bellini di Catania
Measure and decoration in the foyer of the Teatro Massimo Bellini in Catania

1263

Massimo De Paoli, Luca Ercolin
Gli spazi del commercio di Brescia dal XVI al XIX secolo: dai piani di edilizia economico-commerciale di Ludovico Beretta al palazzo dei Commestibili di Rodolfo Vantini
The commercial spaces of Brescia from the 16th to the 19th century: from Ludovico Beretta's economic-commercial building plans to Rodolfo Vantini's Palazzo dei Commestibili

1285

Matteo Del Giudice, Michele Zucca, Emmanuele Iacono, Angelo Juliano Donato, Andrea Fratto, Anna Osello
Verso il Cognitive Digital Twin: interfacce grafiche per la comprensione e la gestione dei Big Data
Towards Cognitive Digital Twin: graphical interfaces to understand and manage Big Data

1301

Antonella Di Luggo, Federica Itri, Arianna Lo Pilato, Daniela Palomba, Laura Simona Pappalardo, Simona Scandurra
Tra numero e ragione: la misura nel rilievo della chiesa di Santa Maria di Costantinopoli a Napoli
Between Number and Reason: Measurement in the Survey of the Church of Santa Maria di Costantinopoli in Naples

1321

Elena Eramo, Ilaria Giannetti
Il "Padiglione di legni" di Leonardo da Vinci: un modello ricostruttivo fisico e virtuale
The "Padiglione di legni" by Leonardo da Vinci: a virtual and physical reconstruction

1343

Laura Farroni, Marta Faienza, Francesca Ferrara
Misurare la memoria del patrimonio cinematografico a Roma di Riccardo Morandi
Measuring Riccardo Morandi's cinematic Heritage memory in Rome

1367

Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano
La misura del Tempo tra arte e scienza
The measurement of time between art and science

1385

Fausta Fiorillo, Mirko Surdi
Immeasurable Details: Micrometric Analysis of Reed Stylus Fiber Impressions on Cuneiform Tablets

1395

Riccardo Florio, Raffaele Catuogno, Teresa Della Corte, Anna Sanseverino, Caterina Borrelli, Alessandra Tortoriello
"Modello" e forma del cosiddetto tempio di Diana presso le Terme di Baia
'Model' and form of the so-called temple of Diana by the Terme of Baia

1425

Amedeo Ganciu
Tassellatura di Voronoi da primitive geometriche poligonali con un algoritmo open source e multiplatforma
Voronoi tessellation from polygonal geometric primitives with an open source, cross-platform algorithm

1449

Fabiana Guerriero, Pedro António Janeiro
La conoscenza dell'eclettico paesaggio culturale di Sintra
Knowledge of the eclectic cultural landscape of Sintra

1467

Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Paula Barboza, Neri Edgardo Güidi
Il paradigma del gemello digitale a supporto del monitoraggio della qualità dell'aria interna
The digital twin paradigm to support indoor air quality monitoring

1487

Maria Pompeiana Iarossi, Federica Ciarcia
Modulo latino. La ricerca della misura nelle traiettorie transatlantiche di Germán SamperLatin
Modulo. The search for measure in Germán Samper's transatlantic trajectories

1509

Manuela Incerti
Le misure della Sfera Celeste nella Sacrestia Vecchia di San Lorenzo in Firenze
The measurements of the Celestial Sphere in the Sacristia Vecchia of San Lorenzo in Florence

1533

Domenico Iovane, Rosina Iaderosa
Rilievo e controllo della misura del telero dell'ex convento francescano in Maddaloni
Survey and measurement control of the telero of the former Maddaloni Franciscan convent

1553

Gennaro Pio Lento

Misura e monumentalità. La residenza degli Orange nei Paesi Bassi
Measure and monumentality. The Orange residence in the Netherlands

1575

Gabriella Liva

Disegni Celesti. Le "sensate esperienze" e le "necessarie dimostrazioni" per la conoscenza e la misura dei cieli
Celestial drawings. The "sensible experiences" and "necessary demonstrations" for the measurement and knowledge of the heavens

1595

Stella Lalli

Misura, metamorfosi e dismisura del paesaggio lacustre nella conca del Fucino
Measurement, metamorphosis, and excess of the lake landscape in the Fucino basin

1613

Daniel Lopez Bragado, Víctor Lafuente-Sánchez, Antonio Álvaro-Tordesillas, Althea Saiz-Medina

Análisis gráfico de las pasarelas de moda celebradas en edificios históricos
Graphic analysis of fashion shows held in historic buildings

1633

Andrea Lumini

Misura e modellazione parametrica per la gestione BIM-oriented del Patrimonio Arboreo
Measure and parametric modeling for the BIM-oriented management of the Arboreal Heritage

1657

Francesco Maglioccola

La mappa del distretto di Nányang 南陽 con i luoghi sedi missionarie
The map of NánYáng 南陽 district with the location of missionary's place

1679

Anna Maragno, Ambra Barbini, Elena Bernardini, Chiara Chioni, Giovanna A. Massari

La misura per la dismisura dei dati da rilievo digitale 3D. Il caso del centro storico di Trento
The measure for uncountable data from 3D digital survey. The case of the historical centre of Trento

1699

Chiara Marcantonia, Federica Maietti

Dismisure critiche. Elaborazione e gestione dei dati digitali nella documentazione del patrimonio
Critical dis-measures. Digital data processing and management in heritage documentation

1715

Adriana Marra, Ilaria Trizio, Alessio Cordisco, Marco Giallonardo, Marco Saccucci, Francesca Savini

Misure a dismisura: problematiche e spunti di riflessione sul rilievo urbano
Measures out of measure: issues and reflections on urban surveying

1735

Domenico Mediati

Una residenza estiva vescovile dell'Ottocento. Rilievo e analisi di un edificio sopravvissuto al sisma del 1908
A nineteenth-century bishop's summer residence. Survey and analysis of a building that survived the 1908 earthquake

1763

Alessandro Merlo, Gaia Lavoratti, Giulia Lazzari

L'Akademia e Shkencave Tiranë: verso nuove e più ampie ipotesi ricostruttive
Akademia e Shkencave Tiranë: new and broader reconstructive hypothesis

1781

Barbara Messina, Carla Ferreyra, Marco Limongiello, Roberto Ferraris

Dalla misura alla fruizione immersiva. Percorsi digitali per la conoscenza del patrimonio ecclesiastico salernitano
From measurement to immersive fruition. Digital pathways for the knowledge of the ecclesiastical heritage of Salerno

1803

Sara Morena, Manuela Milone

Rilievo digitale dei repertori decorativi floreali Liberty di Palermo: analisi e studio del "nastro teso"
Digital survey of Art Nouveau floral decorative repertoires in Palermo: analysis and study of the "stretched ribbon"

1821

Daniela Oreni, Fabrizio Banfi

Il Colosso di San Carlo tra iconografia, arte e tecnica: misura e modellazione BIM per la conservazione
The Colossus of San Carlo between iconography, art, and technique: measurement and BIM modeling for conservation

1833

Caterina Palestini

Le dimensioni dello spazio pictum negli affreschi di Andrea Delitio
The dimensions of pictum space in the frescoes of Andrea Delitio

1857

Leonardo Paris, Maria Laura Rossi

Quantità e qualità nell'utilizzo della tecnologia SLAM per il rilievo dell'architettura
Quantity and quality in the use of SLAM technology for architectural surveying

1877

Lorenzo Pellegrini

Complessità architettonica ed estetica computazionale: una nuova unità di misura
Architectural complexity and computational aesthetics: a new unit of measurement

1895

Maurizio Peticarini

Innovative techniques for the survey of objects no longer accessible and not measurable

1903

Giovanni Rasetti

La resistenza del paesaggio alla "misura". Retrospectiva delle teorie sul paesaggio e la sua rappresentazione
Landscape resistance to "measurement". Retrospective of theories of landscape and its representation

1919

Jessica Romar

Restituire l'immensurabile: regole e deroghe nella prospettiva di Baldassarre Peruzzi alla Farnesina
Returning the immensurable: rules and exceptions in the perspective of Baldassarre Peruzzi at the Farnesina

1941

Francesca Ronco

Il corpo umano: strumento di misura tra vista e tatto. Sperimentazioni nel Museo d'Arte Orientale di Torino
The human body: measuring instrument between sight and touch. Experiments in the Museum of Oriental Art, Turin

1957

Adriana Rossi, Sara Gonizzi Barsanti, Silvia Bertocchi

Naturali o antropiche? Misura e visualizzazione delle cavità murarie in cerchie urbane
Natural or anthropic? Measurement and visualisation of wall cavities in city walls

1979

Maria Elisabetta Ruggiera, Michele Russo

Rilievo e modellazione di carene: potenzialità vs necessità
Hull Survey and Modeling: Potential vs. Necessity

1993

Michele Russo, Paolo Fragomeni, Sergio Cariani

La misura dello spazio funerario. La Sala della Pietà nella Certosa di Bologna
The measure of funerary space. The Hall of Piety in the Charterhouse of Bologna

2011

Michele Sabatino

La misura di ieri, la dismisura di oggi delle case coloniche o.n.c. del Basso Volturno
Yesterday's Measure, Today's Measure Of The Basso Volturno O.N.C. Farmhouses

2033

Marta Salvatore

Intorno alla voluta. Misura giusta e facilissima della diminuzione del passo
Around the Volute. Accurate and Simple Measurement of Pitch Decrease

2055

Juan Saumell, Rubén Cabecera

La belleza y la medida del vacío: conocer, vivir, poblar
Beauty and measure of emptiness: to know, to live, to populate

2075

Andrea Sias

Il Digital Twin come strumento di misurazione in ambito medico-sanitario
The application of the Digital Twin in healthcare

2091

Gabriele Stancato

Quantifying city dynamics: exploring the urban features representation of Milan's streets

2103

Francesco Stilo, Lorella Pizzonia

The geometry of fractals between out of measure and Artificial Intelligence (AI)

2113

Ilaria Trizio, Adriana Marra, Francesca Savini, Marco Giallonardo, Alessio Cordisco, Marco Saccucci

Misura o dismisura? Considerazioni e confronti tra NeRF e fotogrammetria digitale
Measure or out of measure? Considerations and comparisons between NeRF and digital photogrammetry

2133

Chiara Vernizzi, Virginia Droghetti
I bambini e la misura dello spazio. L'esperienza di SOUX Parma
Children and the measurement of space. The SOUX Parma experience

2151

Ornella Zerlenga, Antonio Fernández-Coca, Riccardo Miele
Dicotomie architettoniche. Il disegno dei chiostrini nel progetto di Santa Maria della Sanità a Napoli
Architectural Dichotomies: The Design of the Cloisters in the Santa Maria della Sanità Project in Naples

2175

Ursula Zich
Modelli aptici: mediazione tra misura e rappresentazione per l'accessibilità della geometria
Haptic models: mediation between measurement and representation for geometry accessibility

NARRARE NARRATING

2191

Fabrizio Agnello, Maria Isabella Grammauta
Lo sguardo circolare. Il panorama di Londra di Robert Barker
The circular gaze. The Panorama of London by Robert Barker

2209

Alessio Altadonna, Adriana Arena
Permanenze quattrocentesche nel Valdemone: il rilievo strumentale per la conoscenza e la documentazione
15th-Century Permanences in The Valdemone: Instrumental Survey For Knowledge And Documentation

2229

Daniele Amadio, Martina Attenni, Tommaso Empler, Carlo Inglese
La ricerca attraverso i modelli digitali per la conoscenza del Foro di Nerva
Research through Digital Models for Understanding the Forum of Nerva

2251

Giuseppe Amoroso, Antonella Bevilacqua, Andrea Manti, Polina Mironenko
Performing Theatre. Experimental methodology for the simulation of the multisensory experience at the Roman Theater of Amman

2261

Marinella Arena, Giuseppina Crea, Luciano Marino
L'isola in vendita. Per una iconografia della grafica commerciale
The Island for sale. For an iconography of commercial graphics

2285

Vincenzo Bagnolo, Simone Cera, Raffaele Argiolas
Ricostruzione e visualizzazione virtuale 3D di architetture di carta. Interazioni fra disegni, modello fisico e opera
3D Virtual Reconstruction and Visualization Of Paper Architecture: Interactions Between Drawings, Physical Model And Building

2313

Paolo Belardi
Misure e dismisura: il campo da calcio di strada come luogo della rigenerazione
Measures and out of measure: the street football pitch as a place of regeneration

2333

Stefano Bertocci, Matteo Bigongiarì, Marco Ricciarini
La documentazione digitale della Nave Scuola Amerigo Vespucci della Marina Militare Italiana
The digital documentation of the Italian Navy's training ship Amerigo Vespucci

2349

Giulia Bertola, Edoardo Bruno, Enrico Pupi
Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura
Real model and virtual reality between measure and out of measure

2367

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa
Estetico/Inestetico. Composizione, ordinamento, sintagmi
Aesthetic/Inaesthetic. Composition, ordering, syntax

2389

Giovanni Caffio, Maurizio Unali
La rappresentazione dell'eccesso al tempo dell'IA, fra misura e dismisura
The Representation of Excess in the Age of AI: Between Measure and Excess

2409

Mirco Cannella, Domenica Sutera
Architettura e prospettiva: la rinascita barocca del complesso di Santa Maria della Grotta a Marsala
Architecture and Perspective: the Baroque Rebirth of the Santa Maria Della Grotta Complex in Marsala

2429

Eduardo Carazo, Alicia García Hernández
La ciudad y la medida del tiempo. El caso del centro histórico de Gijón en España
The City and The Measure Of Time. The Case Of The Historic Center Of Gijón In Spain

2451

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo
Da Abyaneh a Noravank: la dis-misura degli intrecci mediorientali
From Abyaneh to Noravank: the dis-proportion of Middle Eastern plots

2471

Valentina Castagnolo, Silvana Kühtz, Anna Christiana Maiorano, Francesca Strippoli
(Com)misurare. Il diario di un architetto tra disegni, pensieri e volti
(Com)measure. An architect's diary of drawings, thoughts and faces

2491

Vittoria Castiglione
Scenografia di Nicola Sabbatini tra prassi operativa e teoria proiettiva
Nicola Sabbatini's scenography between operational practice and projective theory

2513

Pablo Cendón Segovia, Álvaro Moral García, Sara Peña Fernández
Neutra, Tsuchiura y el movimiento moderno: intercambios culturales entre oriente y occidente
Neutra, Tsuchiura, and modern architecture: Cultural exchanges between East and West

2537

Santi Centineo
Marionette, che passione! (e altri teatri). Andor Weinger al Bauhaus
Puppets, what a passion! (and other theatres). Andor Weinger at the Bauhaus

2559

Stefano Chiarenza
Ricostruzioni di arredi e ambienti di produzione britannica del XIX secolo. Approcci digitali per la fruizione del patrimonio culturale
Reconstruction of 19th Century British Furniture and Interiors: Digital Approaches for Cultural Heritage Fruition

2579

Emanuela Chiavoni, Alekos Diacodimitri, Elena De Santis, Hamida Elmehdi Said Sager
Variazioni grafiche notturne: il disegno dei ponti pedonali sul fiume Tevere
Nocturnal graphic variations: drawing pedestrian bridges on the Tiber River

2607

Anna Ciprian
Il ritratto di Luca Pacioli di Jacopo de' Barbari: tra rigore prospettivo e invenzioni rifrattive
The Portrait of Luca Pacioli by Jacopo de' Barbari: Between Perspective and Refractive Inventions

2629

Vincenzo Cirillo
Misura/Dismisura. La costruzione del centro nei film di Alfred Hitchcock
Measure/Out of measure. The construction of the center in Alfred Hitchcock's films

2647

Paolo Clini, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio, Umberto Ferretti
Narrare l'inaccessibile: un virtual immersive movie per le grotte di palazzo Campana
Narrating The Inaccessible: A Virtual Immersive Movie for The Caves Of Palazzo Campana

2667

Francesco Cotana
Misura ed errore nella cartografia storica. Analisi GIS della pianta per il Progetto di Espansione di Firenze di Giuseppe Poggi (1865)
Measurement and Error in Historical Cartography: GIS Analysis of the Map for Giuseppe Poggi's Florence Expansion Project (1865)

2689

Anastasia Cottini
Georeferenced digital tools: facilitating Cultural Heritage tourism experiences

2697

Giuseppe D'Acunto, Luigi Donzelli, Federica Marchetto, Valeria Vasciaveo
Un museo digitale e immersivo per Venezia: raccontare la città attraverso gli occhi del Canaletto
A digital and immersive museum for Venice: narrating the city through the eyes of Canaletto

- 2719
Salvatore Damiano
Vico Magistretti e il disegno della casa popolare
Vico Magistretti and the drawing of the social housing
- 2739
Giuseppe Di Gregorio, Gabriele Liuzzo
La Cunziria di Vizzini, una realtà di archeologia industriale in realtà immersiva
The Cunziria of Vizzini, a reality of industrial archaeology in immersive reality
- 2761
Virginia De Jorge Huertas
Inhabited Bridges. Connecting Drawings From Ronda To Venezia
- 2769
Irene De Natale
La misura dell'identità urbana con l'IA generativa
The measure of urban identity with generative AI
- 2781
Mónica del Río Muñoz, David Marcos González, Marta Martínez Vera
Proposal For Didactic Innovation in The Teaching of Descriptive Geometry
- 2793
Francesco Di Paola, Giulio Raimondi
Macelli pubblici. Il progetto di A. Zanca (Palermo, 1929), disegni d'archivio e ricostruzione virtuale
Public Slaughterhouses. The Project by A. Zanca (Palermo, 1929), Archive Drawings and Virtual Reconstruction
- 2813
Alekos Diacodimitri, Federico Rebecchini
Engine in motion. Un'analisi della struttura e delle architetture di *The Cage* di Martin Vaughn-James
Engine in motion. An analysis of the structure and architectures of *The Cage* by Martin Vaughn-James
- 2837
Edoardo Dotto
Drink me. Eat me. La misura della figura umana nello spazio della rappresentazione tra Ottocento e Novecento
Drink me. Eat me. The measure of the human figure in the space of representation between the nineteenth and twentieth centuries
- 2861
Lucas Fernández-Trapa
Cartografía de la revolución social. La reforma del suelo en Prusia
Cartography of social revolution. Prussia's land reforms
- 2875
Wilson Florio, Ana Tagliari
The design of the gargoyle in modern architecture
- 2885
Isabella Friso, Gabriele Casarano
La Grande Venezia di Eugenio Miozzi
Eugenio Miozzi's Great Venice
- 2907
Noelia Galván Desvoux, Ana López Isla, Lucía Balboa Domínguez, Alberto Grijalba Bengoetxea
La huella de Josephine Baker en la Vanguardia Artística y Arquitectónica
Josephine Baker's trace on the artistic and architectural avant-garde
- 2927
Vincenza Garofalo, Marco Rosario Geraci
Disegnare misure antiche e configurazioni scomparse
Drawing Ancient Measures and Missing Configurations
- 2949
Alessia Garozzo
Ricerca di identità tra misura e dismisura
Searching for Identity between Measure and Disproportion
- 2971
Elisabetta Caterina Giovannini, Luca Torresi
Prefigurazione e configurazione di Modelli Dinamici per ambienti digitali: la Mole Antonelliana in 3D
Prefiguration and configuration of Dynamic Models for digital environments: the Mole Antonelliana in 3D
- 2995
Gian Marco Girgenti, Laura Barrale
Alla ricerca della misura perduta: architettura e città negli episodi scomparsi della Palermo Liberty
Searching for The Lost Measure: Architecture and the City in the lost episodes of Liberty Palermo
- 3027
Sara Gonizzi Barsanti, Silvia Bertacchi, Adriana Rossi
AI e progettazione: valido ausilio o rischio?
AI and design: valuable aid or risk?
- 3045
Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballestin, Aurelio Vallespín Muniesa
Inteligencia artificial para mirar y reinterpretar la pintura mural medieval
Artificial Intelligence to look at and reinterpret medieval wall painting
- 3059
Sereno Marco Innocenti
Per qualche segno in più: un cineforum grafico, per la salvaguardia e rivalutazione della sala cinematografica storica
For a few more signs: a graphic film club, for the protection and reevaluation of the historic cinema
- 3081
Alfonso Ippolito, Martina Attenni, Nada Mokhtar Ahmed, Rawan Darwa, Maria Fortuna Giordano, Francesco Stanzola
La bellezza che cura va tutelata. Fiumefreddo Bruzio e Salvatore Fiume
Beauty to be Preserved. Fiumefreddo Bruzio and Salvatore Fiume
- 3105
Emanuela Lanzara
VFX Compositing: aberrazioni ottico-anamorfiche per la rappresentazione narrativa ed emozionale
VFX Compositing: optical-anamorphic aberrations for narrative and emotional representation
- 3127
Gaia Leandri
Measure/out of measure. Four renderings of time
- 3135
Francesco Loddo, Anna Osella, Nicola Rimella, Daniel Polania Rodriguez, Francesca Maria Ugliotti, Gianvito Marino Ventura
Approccio semantico alla rappresentazione: verso una collaborazione Uomo-AI per la misura della dismisura
Semantic approach to representation: toward a collaborative Human-AI for the measurement of the out-of-measure
- 3155
Alessandro Luigini, Francesca Condorelli, Barbara Tramelli, Giuseppe Nicastrò, Michela Ceracchi
Ipotesi di ricostruzione filologica delle volte della Parrocchiale di San Michele Arcangelo a Bressanone: proposta metodologica integrata all'uso delle NeRF
The hypothesis of philological reconstruction of the vaults of the Parish Church of San Michele Arcangelo in Bressanone: a methodological proposal integrated with the use of NeRFs
- 3181
Francesco Maggio, Alessia Garozzo
Ironie, prassi e sconfitte tra misura e dismisura
Ironies, practices, and defeats between measure and out of measure
- 3203
Federica Maietti, Guido Galvani, Martina Suppa, Fabio Planu, Gabriele Giua
Tra quantità e qualità informativa. Misure e dismisure multiscala in contesti a rischio
Between information quantity and quality. Multiscale measures and dis-measures in risk contexts
- 3221
Matteo Flavio Mancini
Misurare l'infinito. Spazio e prospettiva tra Piero della Francesca e Andrea Pozzo
Measuring the Infinite. Space and Perspective between Piero della Francesca and Andrea Pozzo
- 3243
Silvia Masserano, Veronica Riavis
La rappresentazione dell'incommensurabile: la *Maison d'un Cosmopolite* di Antonie Laurent Thomas Vaudoyer
The representation of the immeasurable: *la Maison d'un Cosmopolite* by Antonie Laurent Thomas Vaudoyer
- 3265
Alessandro Meloni
BIG scala. La misura dell'abitare
BIG scale. The measure of living
- 3291
Valeria Menchetelli, Eleonora Dottorini
Il disegno della dismisura: immaginare per misurarsi con il mondo
The drawing of disproportion: imagining measuring oneself with the world
- 3317
Davide Mezzina, Alessio Maria Monteleone
Il ruolo del disegno nell'arte terapia digitale per la cura dei disturbi del comportamento alimentare
The role of drawing in digital art therapy for the treatment of eating disorders
- 3339
Greta Montanari, Andrea Giordano, Federica Maietti
Misurare l'immisurabile. Ricerca di nuove forme di rappresentazione dello spazio percepito
Measuring the immeasurable. Search for new forms of representation of perceived space

3355

Caterina Morganti, Cristiana Bartolomei

Design between Order and Chaos: rewriting Measure and Immeasure in contemporary architecture

3367

Luis Navarro Jover, Carlos Luis Marcos Alba

**Explorando imaginarios, visualizaciones y narrativas gráficas impulsadas por IA
Exploring imaginaries, visualizations and graphic narratives powered by AI**

3389

Alessandra Pagliano, Greta Attademo, Alessandra Coppola, Pierfrancesco Talamo
La dimensione dell'archeologia nel paesaggio contemporaneo: il caso dei Campi Flegrei

The dimension of archaeology in the contemporary landscape: the case of the Phlegraean Fields

3409

Alice Palmieri, Alessandra Cirafici

La dismisura nella rappresentazione degli elementi naturali. Dinamiche dell'osservazione tra micro e macro visioni

Out measure in the representation of natural elements. Dynamics of observation between micro and macro visions

3429

Federico Panarotto

Misura e rappresentazione di un patrimonio storico-architettonico perduto: l'arcipelago lagunare veneziano

Measurement and Representation of Lost Historical-Architectural Heritage: The Venetian Lagoon Archipelago

3453

Daniele Giovanni Papi

Rappresentazione artificiale del plausibile

Artificial representation of plausibility

3469

Rosaria Parente

Il rilievo come limite di-ferente: Conoscenza biologica ereditaria e Conoscenza dalla memoria digitale

Survey as a different limit: Hereditary biological knowledge and Knowledge from digital memory

3487

Martino Pavignano

Narrare l'Urbe per immagini: Giovanni Battista Cipriani e l'itinerario figurato negli Edifici più rimarchevoli di Roma, 1835

Narrating Rome with images: Giovanni Battista Cipriani and the Itinerario figurato negli Edifici più rimarchevoli di Roma, 1835

3515

Sara Peña Fernández, Carlos Montes Serrano

Marcel Breuer: Drawings, Prototypes and scale Models

3523

Andrea Pirinu, Nicola Paba, Giancarlo Sanna

Integrazione di tecniche analogiche e digitali per la conservazione e comunicazione del patrimonio materiale e immateriale. La Chiesa e sagra di San Sisinnio a Villacidro (Sardegna, Italia)

Integration of Analog and Digital Techniques for the Preservation and Communication of Tangible and Intangible Heritage. The Church and Festival of San Sisinnio in Villacidro (Sardinia, Italy)

3543

Manuela Piscitelli

La misura come elemento della narrazione dal periplo alle carte nautiche

Measure as an element of narrative from the periplo to the nautical charts

3563

Francesca Porfiri, Cristiana Ruggini, Luca James Senatore

Ipotesi di scenografie a confronto: il teatro di sculture dell'imperatore Tiberio a Sperlonga

Comparing set designs: the sculpture theatre of emperor Tiberius in Sperlonga

3581

Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Laura Coppetta, Raissa Mammoli, Deborah Licastro

Dalla misura alla narrazione accessibile: il modello tattile della Chiesa di Santa Maria di Portonovo

From measurement to accessible storytelling: the tactile model of the Church of Santa Maria at Portonovo

3603

Piergiuseppe Rechichi, Virginia Miele, Marco Giorgio Bevilacqua

Modelli informativi digitali di architettura militare della prima età moderna. Il caso del Corno Dogale di Pietro Sardi

Digital informative models of early modern military architecture. The case of the Corno Dogale by Pietro Sardi

3627

Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio

Mapping landscape components by UAV multispectral surveying platform

3635

Luca Rossato, Marcello Balzani, Gabriele Giau, Carlo Bianchini, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito

Digital investigation on the Bridge of Augustus and Tiberius in Rimini: changes in scale over time

3645

Simone Sanna

Nel dettaglio. Scala e misura nel disegno di architettura

In detail. Scale and measurement in architectural drawing

3669

Marcello Scalza, Ylenia Ricci

La distrutta Chiesa di San Gallo a Firenze: la memoria nei disegni

The destroyed Church of San Gallo in Florence: memory in drawings

3693

Alberto Sdegno

Sculture fuori misura. La dismisura del gigantismo statuario

Sculptures out of measure. The gigantism applied to statuary's works of art

3717

Alessia Segalerba

Dimensioni modulari e misure dell'essere umano: il P.E.B.A. come strumento

per soddisfare le esigenze di tutti

Modular dimensions and measures of the human being: the P.E.B.A. as a tool to meet everyone's needs

3739

Andrea Tomalini, Jacopo Bono, Massimiliano Lo Turco

Misure e Dis-misure nell'Ecosistema Museale

Measures and Dis-measures in the Museum Ecosystem

3759

Ruggiero Torti

Misura e dismisura: effetti del gigantismo navale

Measure and out of measure: effects of naval gigantism

3777

Pasquale Tunzi

Oltre la misura. Alcuni disegni di Jože Plečnik (1895-1910)

Beyond Measure. Some drawings by Jože Plečnik (1895-1910)

3795

Michele Valentino

La misura matematica e l'illustrazione come dispositivo narrativo in *I viaggi di Gulliver*

Gulliver

Mathematical measure and illustration as a narrative device in *Gulliver's Travels*

3813

Starlight Vattano

Vultus indicat mores. Dismisure fisiognomiche iperrealiste

Vultus indicat mores. Hyper-realist physiognomic distortions

3831

Marco Vedoà

Revealing the Administrative History of Milan through Historical GIS

Technologies

3839

Luca Vespasiano

Rinascimento e *Genius loci*: documentazione e conoscenza dei cortili all'Aquila

Renaissance and *Genius loci*: documentation and knowledge of the courtyards

in L'Aquila

3861

Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska, Maria Evelina Melley

Integrated survey as a support for the restoration project of historic religious

heritage

3871

Giorgio Garzina, Maurizio Marco Bocconino, Mariapaola Vozzola, Rosa Ferrauto

Modelli per l'edilizia ospedaliera e sanitaria: studio dei grafi relazionali e disegno

di schemi funzionali e distributivi

Models for Hospital and Healthcare Buildings: Study of graphs and drawing of

functional and distribution diagrams

La misura della Chiesa di San Miguel a Segovia. Geometria e meccanica delle volte nervate di Rodrigo Gil de Hontañón

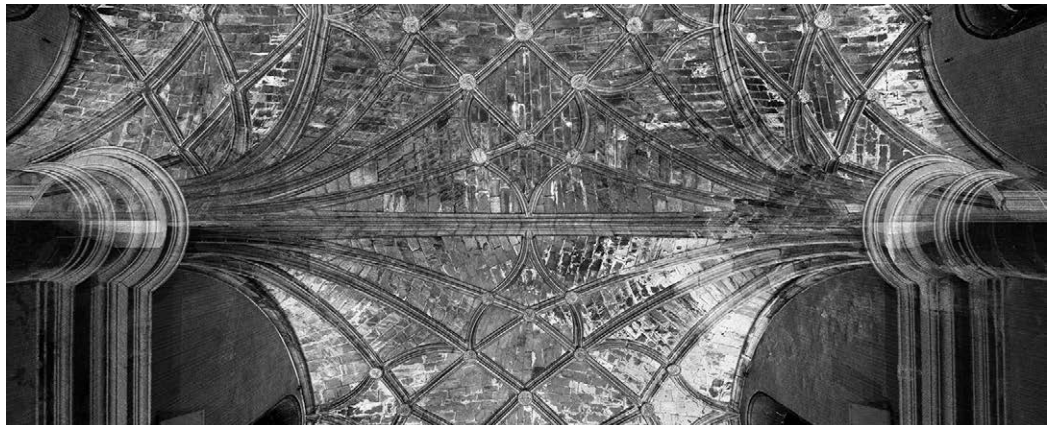
Alessio Bortot
Paolo Borin

Abstract

Il presente contributo illustra l'analisi geometrica e costruttiva di una delle volte a copertura di una delle campate della navata principale della chiesa di San Miguel a Segovia, la ricerca è stata supportata da un rilievo digitale, nonché dallo studio del trattato del progettista della chiesa, Rodrigo Gil de Hontañón (1500-1577). Il testo, da lui scritto e pubblicato postumo nel 1681, è un raro caso di traduzione di regole costruttive dei lapicidi medievali spagnoli nel rinnovato spirito rinascimentale. A seguito di un rilievo laser scanner che ha coinvolto l'aula e l'estradosso del sistema voltato, la campata centrale della navata è stata ricostruita in ambiente digitale, con particolare attenzione nel definire gli elementi costruttivi nervati e le superfici di riempimento sovrastanti. A seguito di tale ricostruzione è stato possibile associare idealmente l'elemento di copertura ad una volta sferica sulla quale si impostano quattro volte cilindriche, con direttrice ad arco ogivale. Poiché il trattato di Gil propone da un lato la sequenza delle operazioni di cantiere per impostare la volta e dall'altro il dimensionamento proporzionale dei principali elementi strutturali, questi sono stati misurati e verificati, riscontrando un lieve scostamento tra il dato reale e quanto indicato nel manoscritto.

Parole chiave

volte, Rodrigo Gil de Hontañón, rilievo digitale, modellazione 3D, trattatistica



Sistema voltato della chiesa di San Miguel a Segovia, rendering da nuvola di punti (elaborazione grafica A. Bortot).

Introduzione

L'iglesia de San Miguel a Segovia (Spagna) è di origine medievale, il corpo antico romanico posto al centro dell'attuale Plaza Mayor, ad oggi scomparso, viene citato per la prima volta in un documento datato 1117 [M^a M. Sanz de Andrés 2022, p. 13]. Proprio sul sagrato di questo luogo venne proclamata Isabella I, Regina di Castiglia, il 13 dicembre 1474. Questo tempio originario venne demolito nel 1532 per ampliare la piazza, in sua sostituzione venne eretta la chiesa attuale in via dell'Infanta Isabel. La paternità della chiesa è attribuita a Rodrigo Gil de Hontañón (1500-1577), capomastro della maestosa cattedrale di Segovia che allora si trovava in piena fase di costruzione. Nel 1587 l'architetto e capomastro Diego de Matienzo (1571-1592), dopo la morte di Rodrigo, ne proseguì la costruzione. La nuova chiesa di San Miguel, a croce latina con cappelle laterali, venne edificata in stile gotico, ma con una struttura e una concezione Rinascimentale. Il linguaggio tardogotico e l'impronta dell'architetto Rodrigo Gil de Hontañón si ritrovano nelle volte gotiche a costoloni che coprono le sei campate della navata centrale e le altrettante laterali (fig. 1). Nell'architettura della chiesa si nota un trattamento diverso nelle cappelle: mentre quelle del lato sud-ovest corrispondono al prototipo della cappella funeraria gotica, le cappelle del lato nord-est sono spazi progettati come piccole nicchie di gusto Rinascimentale. Il cambio di criterio può essere dovuto all'affermarsi dello stile di quegli anni, ma anche al problema dello spazio urbano, poiché il canale del celebre acquedotto romano - monumento di 15 km che attraversa e cesura la città di Segovia - passa accanto alla chiesa di San Miguel, proprio sul lato nord-est, nel suo tratto ipogeo diretto verso la fortezza dell'Alcazar.

Rodrigo Gil de Hontañón è considerato uno dei più importanti architetti spagnoli del XVI secolo, capace di mostrare nelle sue opere il felice connubio tra stile gotico e rinascimentale. Figlio del lapicida Juan Gil de Hontañón (1480-1526), da lui apprese i segreti per la realizzazione di strutture stereotomiche di tradizione medievale, tanto da sostituirlo nel ruolo di capomastro della cattedrale di Segovia nell'anno della sua scomparsa. Oltre ai progetti relativi all'architettura religiosa, tra i quali le cattedrali di Salamanca (1538) e quella di Plasencia, [Casaseca 1988; Hoag 1979] è celebre anche per la realizzazione di architetture civili come la facciata del Colegio Mayor de San Ildefonso (1551-1553) o il palazzo dei Guzmanes a León (1559-1566). La sua celebrità è dovuta anche alla stesura di un trattato, il cui originale è andato perduto, che è comunque giunto fino a noi grazie alla trascrizione di un architetto di Salamanca [Camón Aznar 1941], Simón García (1551-1581), con il titolo *Compendio de arquitectura y simetría de los templos* (1681) [García, Rodrigo Gil de Hontañón 1681].



Fig. 1. Immagine del sistema voltato della navata della chiesa di San Miguel, rendering della nuvola di punti della campata analizzata (elaborazione grafica A. Bortot).

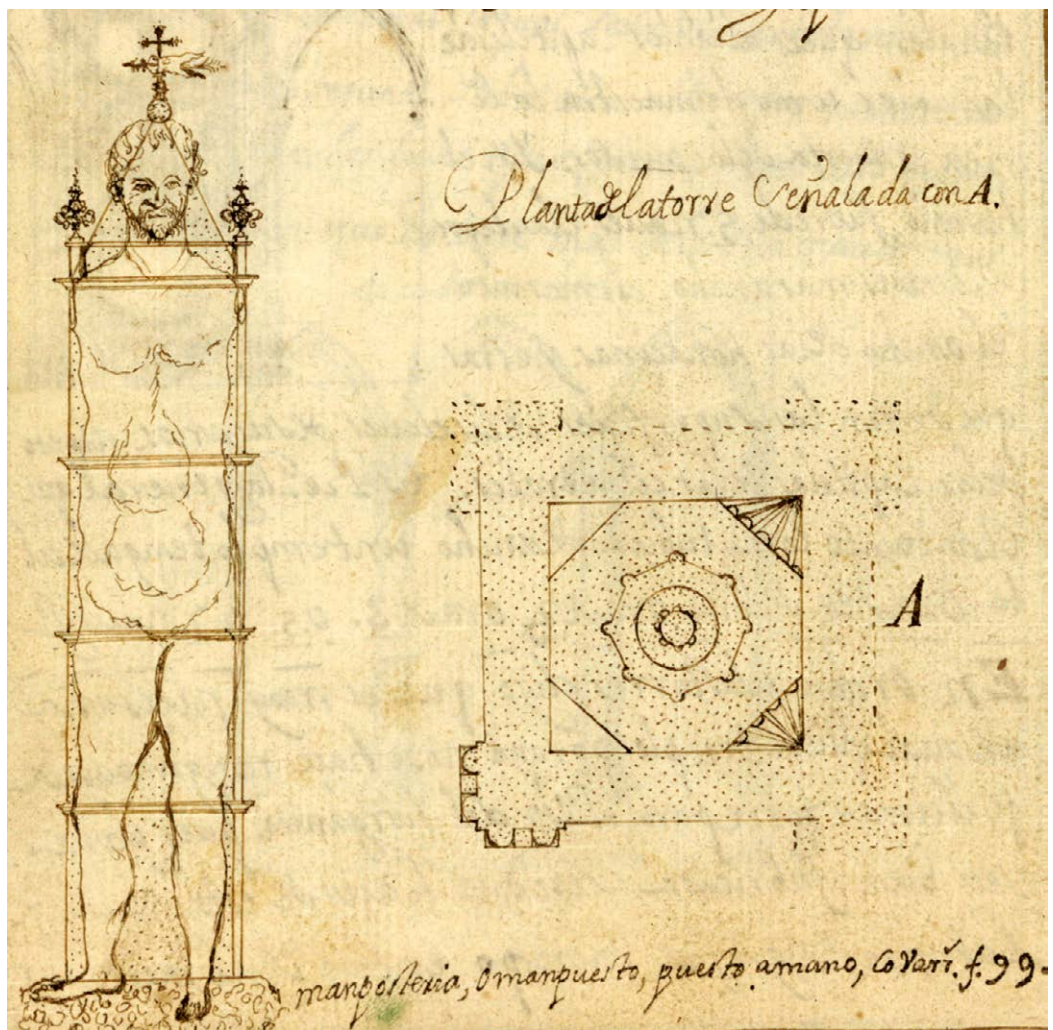


Fig. 2. Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de architectura...* (1681), p. 10: parallelismo tra elementi architettonici e parti del corpo umano.

L'interesse per l'opera è certamente legato alle spiegazioni teoriche sulle proporzioni geometriche degli ordini degli edifici, ma soprattutto per le indicazioni sul dimensionamento degli elementi costruttivi attraverso un sistema geometrico-proporzionale, ma anche matematico. José Calvo-López ci ricorda che "I primi cinque capitoli del *Compendio* sono un assortimento di problemi architettonici relativi a chiese, regole strutturali (sia grafiche che aritmetiche), finestre, torri e scale; [l'autore] riprende alcuni materiali da Vitruvio e si concentra sulle misure antropomorfe" [Calvo, López 2020] (fig. 2). Le proporzioni del corpo umano associate agli ordini architettonici rappresentano, come noto, una caratteristica specifica delle rappresentazioni grafiche fin dal primo Rinascimento nell'intero ambito europeo, alla ricerca di una regola compositiva reiterabile e idealizzata. Tale tendenza viene testimoniata, negli stessi secoli, dallo studio degli edifici del periodo classico attraverso quelle che oggi definiremo tecniche di 'rilievo a vista', impiegate non tanto per ottenere delle restituzioni fedeli di una fabbrica esistente, quanto piuttosto per coglierne la logica compositiva [Maestri, Docci 1992, pp. 53–86]. In ambito italiano si pensi, ad esempio, agli studi sulle proporzioni di Francesco di Giorgio Martini (1439-1501), nei quali alla pianta e all'alzato viene spesso volte associata una figura antropomorfa o parte di essa, così come parti del corpo umano erano state impiegate quali unità di misura fin dai tempi antichi. Questa tendenza interpretativa degli edifici antichi porterà nei secoli successivi alla definizione di un nuovo modo di 'fare architettura', attraverso una reinterpretazione di un sapere classico si andrà affermando un metodo compositivo basato sull'armonia delle proporzioni. Ciò che invece rende particolarmente originale il testo di Gil è l'impiego del sistema proporzionale per il dimensionamento degli elementi strutturali, tanto che "In nessun altro ma-

noscritto o trattato del tardo gotico o del Rinascimento appare così chiara la separazione della struttura dal resto degli elementi che compongono l'edificio. Le regole strutturali sono completamente indipendenti dal processo di progettazione della planimetria generale e sono probabilmente il primo tentativo documentato di creare una 'scienza' indipendente per la progettazione delle strutture (anche se il suo fondamento non sono i principi della meccanica, ma piuttosto l'esperienza accumulata e l'osservazione del comportamento di strutture esistenti o in costruzione)" [Huerta 2004, p. 208].

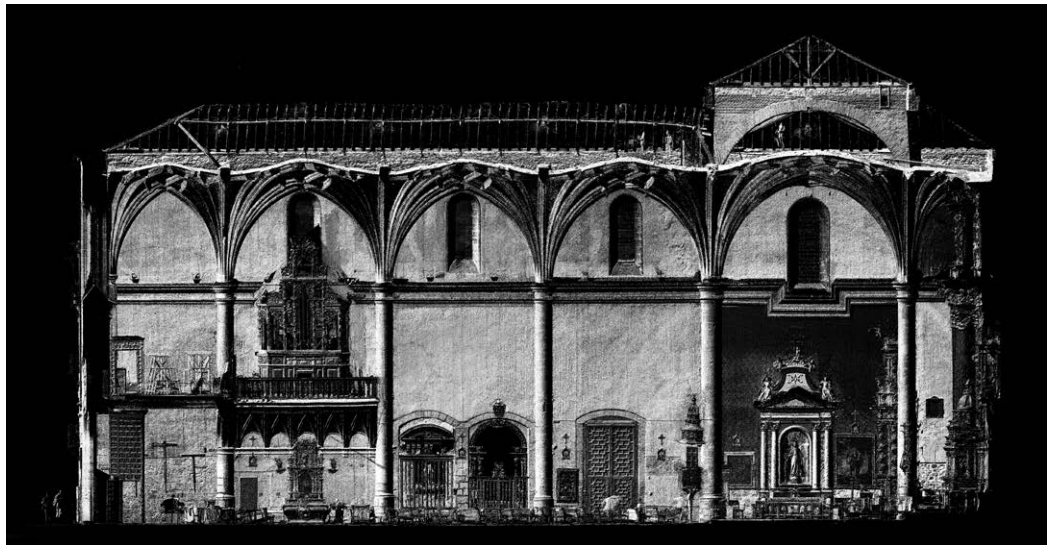


Fig. 3. Sezione longitudinale della chiesa di San Miguel, comprensiva dell'intradosso della copertura (elaborazione grafica A. Bortot).

Rilievo e restituzione digitale

Il rilievo è stato condotto con laser scanner e tecniche fotogrammetriche [1]. La campana ha interessato la navata principale, il sottotetto (fig. 3), parte della torre campanaria e la facciata principale a sud-ovest, per un totale di 49 stazioni. Va precisato che il rilievo si è focalizzato sulle superfici di intradosso ed estradosso delle volte nervate al fine di condurre delle analisi di tipo geometrico e strutturale di questi elementi [2]. Le scansioni eseguite all'interno della torre campanaria sono state necessarie per garantire il collegamento tra quelle eseguite al di sotto e al di sopra delle superfici voltate, allo spazio del sottotetto è infatti possibile accedere attraverso un angusto passaggio ricavato nello spessore murario della navata (larghezza 60 cm, altezza 120 cm, profondità 100 cm), (fig. 4). Nonostante l'impiego di target, il collegamento tra le nuvole precedenti e successive al passaggio si è rivelato il più delicato, data l'inevitabile bassa percentuale di sovrapposizione tra le superfici dei due ambienti. Le superfici di intradosso delle volte e buona parte dei muri interni sono stati rilevati anche con tecniche

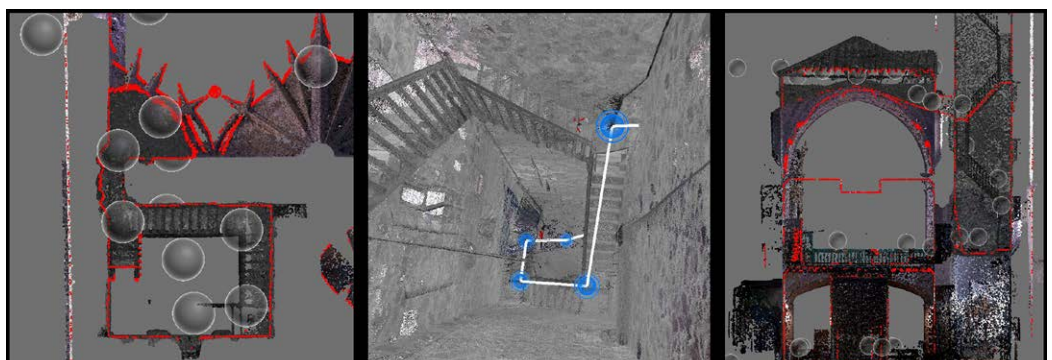


Fig. 4. Scansioni di collegamento tra l'aula e il sistema di copertura della chiesa di San Miguel (elaborazione grafica R. Bernardello).

fotogrammetriche, le immagini elaborate hanno garantito in primis la generazione della point cloud densa che è stata scalata e orientata grazie a target opportunamente posizionati e rilevati anche nella fase di scansioni 3D. La generazione di una mesh poligonale e della relativa texture ha permesso di ottenere un'ortofoto in alta risoluzione delle volte a copertura della navata principale e del transetto (fig. 5).



Fig. 5. Ortofoto dell'intradosso del sistema voltato principale della chiesa di San Miguel, il modello è sezionato al di sopra del jarjamento (elaborazione grafica P. Borin).

Interpretazione geometrica e fasi costruttive

È innanzitutto utile definire un insieme di termini minimi, legati principalmente alla tradizione spagnola e francese, che aiuti alla comprensione dei procedimenti geometrici e costruttivi descritti nel trattato di Rodrigo Gil. Per evitare ambiguità, dove il termine non corrisponde ad un suo reciproco italiano, si è scelto di lasciarlo in lingua originale (spagnolo):

- archi *cruceros*, altrimenti detti ogivali [3], si trovano lungo le diagonali del rettangolo di imposta;
- archi *formeros* (fr. *formeret*), sono incassati nelle murature delle navate;
- archi *perpianos* (fr. *doubleau*), disposti perpendicolarmente alla direzione principale della navata, scandiscono una campata dalla successiva;
- archi *terceletes* (fr. *tierceron*), sono posizionati tra quelli descritti precedentemente;
- *ligadura* (fr. *lierne*, en. *ridge line*), rappresentano i collegamenti rampanti tra tipi di archi differenti e completano l'aspetto floreale, tipico delle volte nervate di Gil;
- *montea*, proiezione sul piano di imposta degli archi componenti la volta;
- *jarjamento* (fr. *tas-de-charge*), è l'insieme dei blocchi di pietra, ad imposta orizzontale, atti a supportare nei vertici del piano di imposta i carichi provenienti dagli archi *cruceros*;
- *plenteria* (ing. *web*), consiste nel riempimento, in pietra o mattoni, tra le nervature;
- chiavi (sp. *claves*, ing. *bosse*), quali elementi spesso a forma conica o cilindrica poste all'intersezione degli archi;
- pilastri (sp. *pilares*), elementi verticali puntuali;
- paraste (sp. *estribos*), elementi verticali atti ad inspessire una muratura, per resistere ai carichi orizzontali.

La composizione geometrica di una volta è descritta graficamente dal trattato di Gil in una celebre rappresentazione (figg. 6, 7), comune a molti trattatisti coevi, in cui viene rappresentata la *montea* e il ribaltamento dell'arco *cruceros* [4]. Come è semplice notare, il disegno illustra anche i dispositivi di cantiere per sostenere gli archi durante la loro costruzione, fatto che rappresenta una novità del trattato in esame rispetto al panorama europeo. Esso, infatti, fornisce importanti informazioni sulla messa in opera dei sistemi voltati e degli apparati a loro sostegno nelle fasi realizzative [Moreno Dopazo 2017; Wendland 2013]: "i tracciati in scala reale preparati su impalcature, esattamente sotto la volta, consentivano ai muratori di

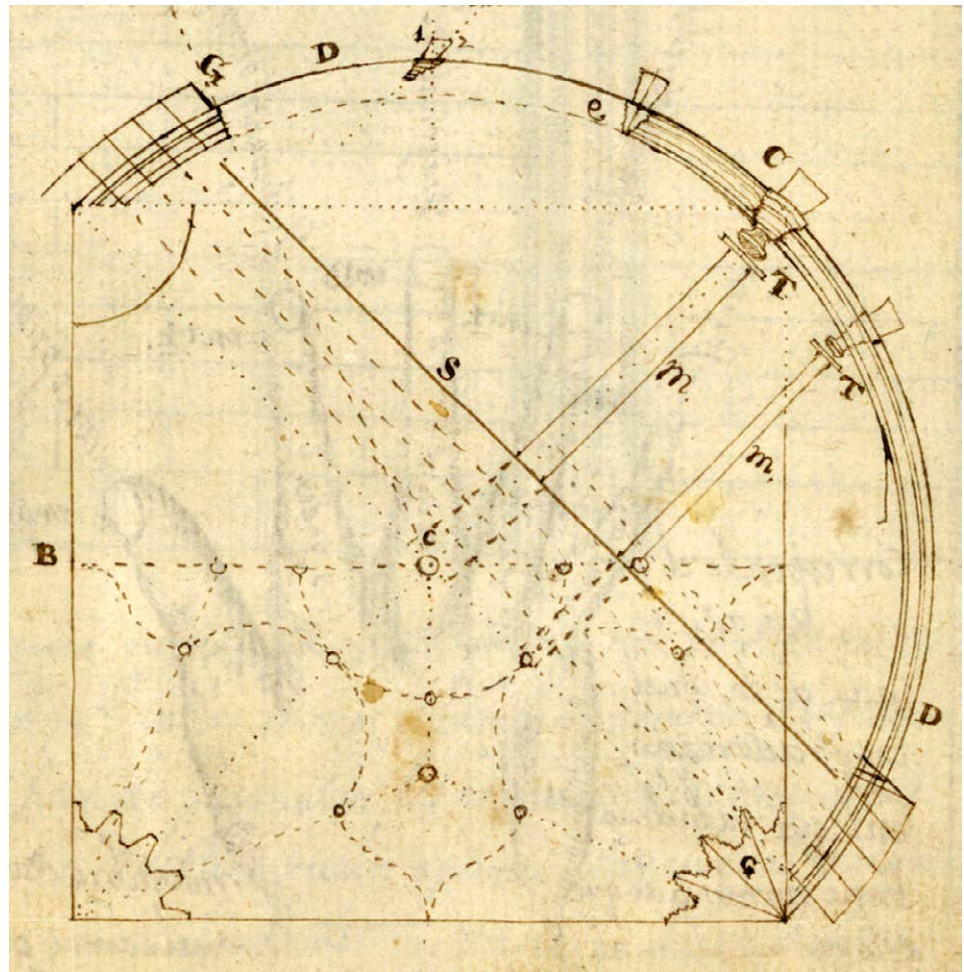


Fig. 6. Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de architectura...* (1681), p. 25: rappresentazione geometrica di una volta nervata, planimetria e ribaltamento con indicazioni geometriche e costruttive.

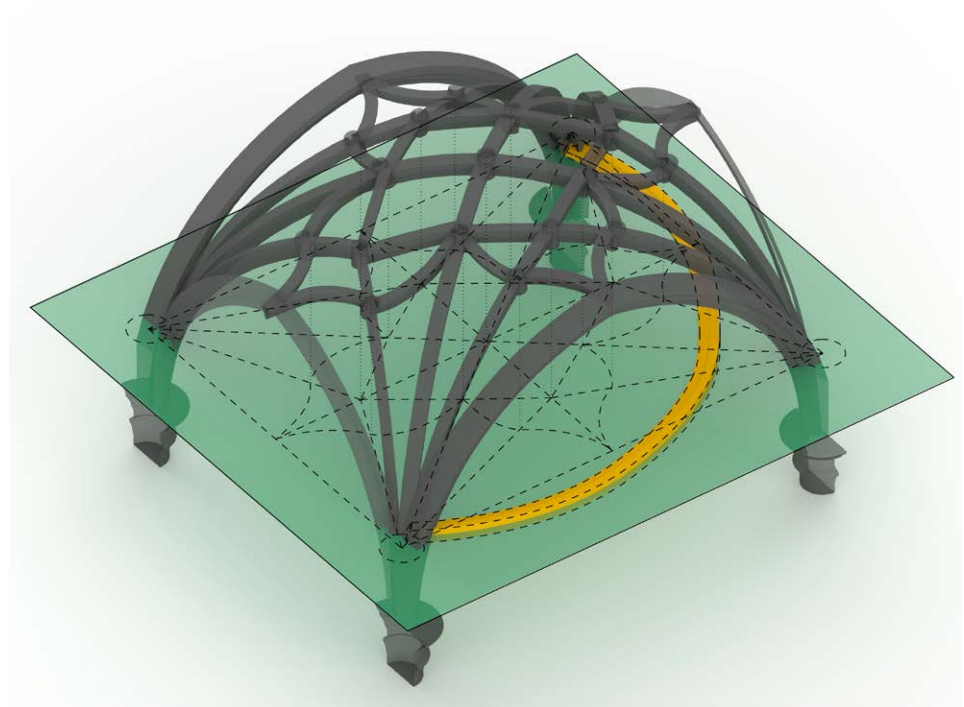


Fig. 7. Modello digitale della campata analizzata, ribaltamento dell'arco cruceros sul piano di imposta della volta nervata (in verde) al di sopra i blocchi di imposta (*jarjamento*), (elaborazione grafica A. Bortot).

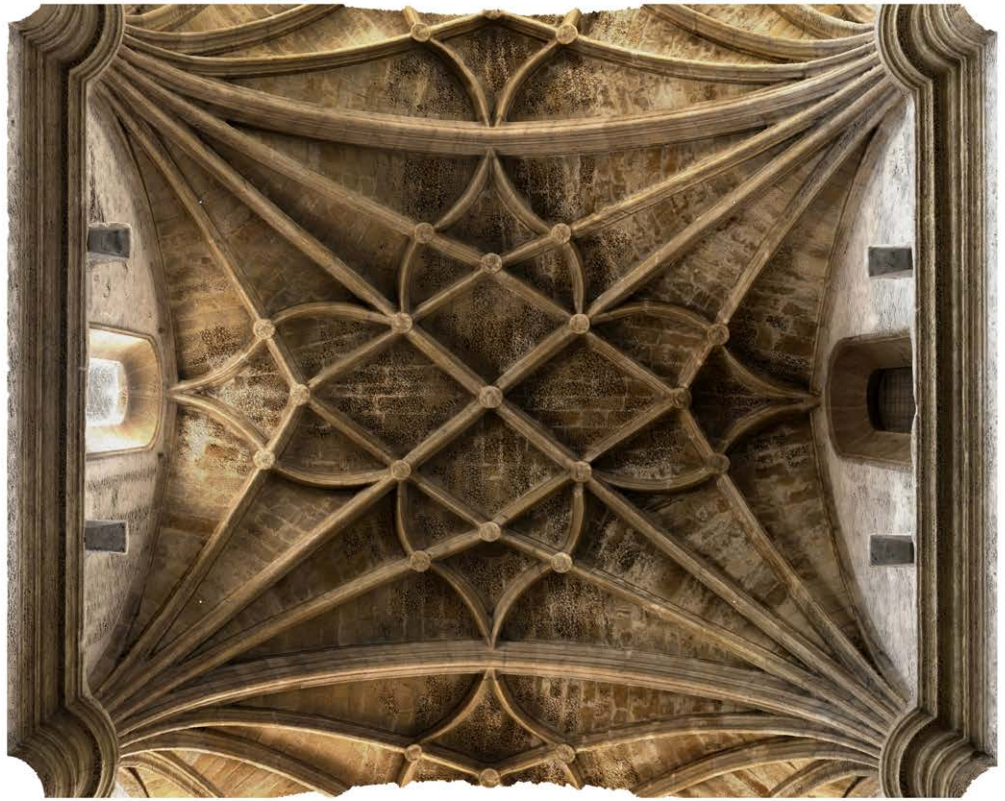


Fig. 8. Vista prospettica dal basso e assonometrica della mesh poligonale della campata centrale ottenuta attraverso il rilievo fotogrammetrico (elaborazione grafica A. Bortot).

conoscere la curvatura dei costoloni, l'altezza delle chiavi di volta secondarie e l'altezza delle centine che sostengono i costoloni. Inoltre, essi venivano utilizzati per controllare l'esecuzione dopo il posizionamento dei *vousoir*, verificando che i piombini appesi alle chiavi di volta si sovrapponevano alla loro posizione teorica nel tracciato" [Huerta 2021 p. 208].

Si è scelto di analizzare la volta centrale della navata principale, morfologicamente simile a tutte le altre (fig. 8). Idealmente è una volta composita, costituita da una porzione centrale di volta emisferica sulla quale si innestano delle unghie le cui direttici sono degli archi a sesto acuto, ed è quindi idealmente costituita da porzioni di superfici sviluppabili e non (fig. 9) [J. C., Palacios 2006, p. 2420]. La volta ha base rettangolare con lato maggiore lungo gli archi *perpianos* (9,93m) e lato minore nella direzione della navata (8,16m). Da quanto indicato nel manoscritto, la prima fase costruttiva prevede il posizionamento dell'impalcato al di sopra del piano d'imposta, al livello del *jarjamento*, facilmente identificabile dai piani orizzontali dei letti tra un concio e l'altro. Tale livello è qui posto a 15,02 metri dal piano di calpestio. Su tale impalcato è possibile riportare i riferimenti della *montea* in scala al naturale, indicando quindi la posizione delle 17 chiavi (fig. 10) e degli archi (fig. 11). Più ribaltamenti permettono di individuare il raggio (6,48 m) e l'altezza della chiave, posta a 4,04 metri dal piano di imposta, e delle altre chiavi cilindriche [5]. Ottenute le altezze delle chiavi è possibile portarle in quota attraverso dei pilastri in legno e sostenere il posizionamento dei concii attraverso delle centine. È infatti ben dimostrato [J. C., Palacios, Moreno Dopazo 2019] come queste fossero le uniche opere provvisorie necessarie alla messa in opera della volta nella sua interezza, essendo le superfici di riempimento in pietra appoggiate al di sopra degli archi principali [Huerta 2002a]. Come anticipato, il trattato di Rodrigo Gil, inoltre, presenta al lettore un'altra caratteristica innovativa rispetto alla trattatistica coeva, ovvero specifiche regole di dimensionamento degli elementi strutturali quali colonne, paraste, spessori delle nervature e delle chiavi, anche attraverso l'uso della radice quadrata [Huerta 2002b; Sanabria, 1982]. In riferimento ai sistemi voltati, Gil descrive anche un'analogia tra le quattro tipologie di archi e una mano umana, a riprova di una forma mentis dell'epoca indirizzata alla ricerca di analogie tra corpo umano e struttura architettonica. Gil afferma come, presa una mano sinistra con il palmo verso il basso (fig. 12), essa rappresenti un quarto di volta, in cui il polso rappresenta il vertice (*jarjamento*), il medio metà dell'arco *cruceros*, il mignolo metà dell'arco *formeros*,

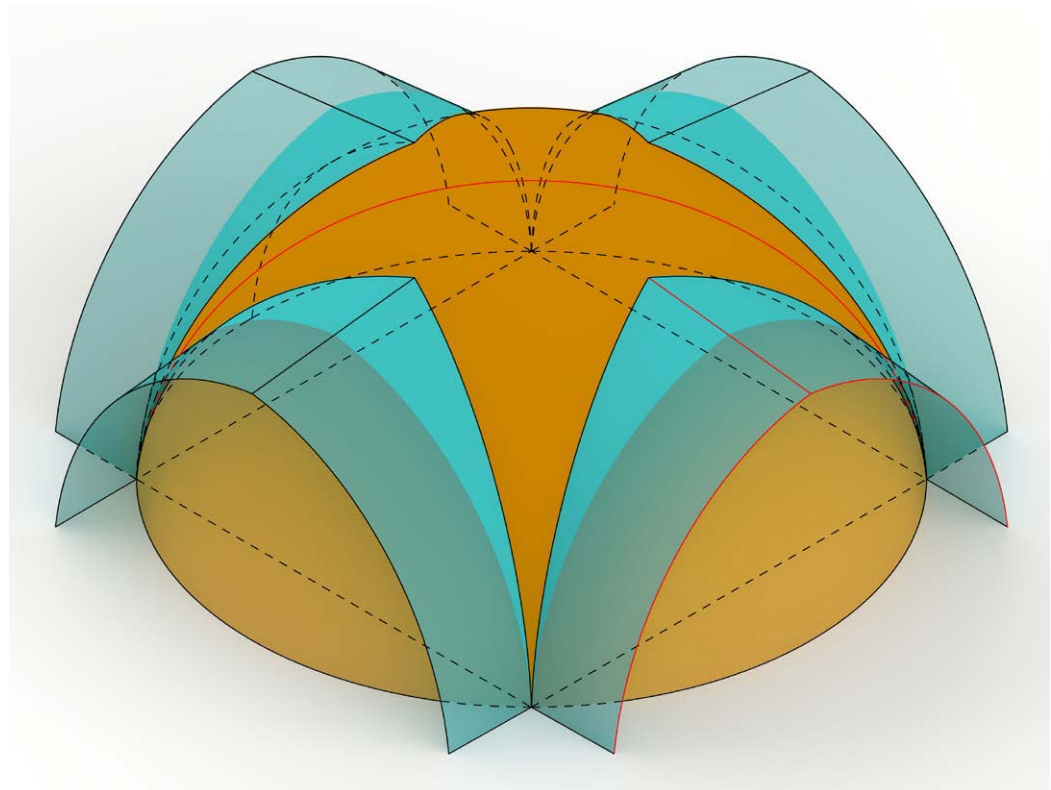


Fig. 9. Interpretazione geometrica della volta nervata secondo una porzione sferica e quattro porzioni cilindriche (elaborazione grafica A. Bortot).



Fig. 10. Concio di chiave con decorazione ad angelo disposto in prossimità della chiesa di San Miguel (foto di A. Bortot).

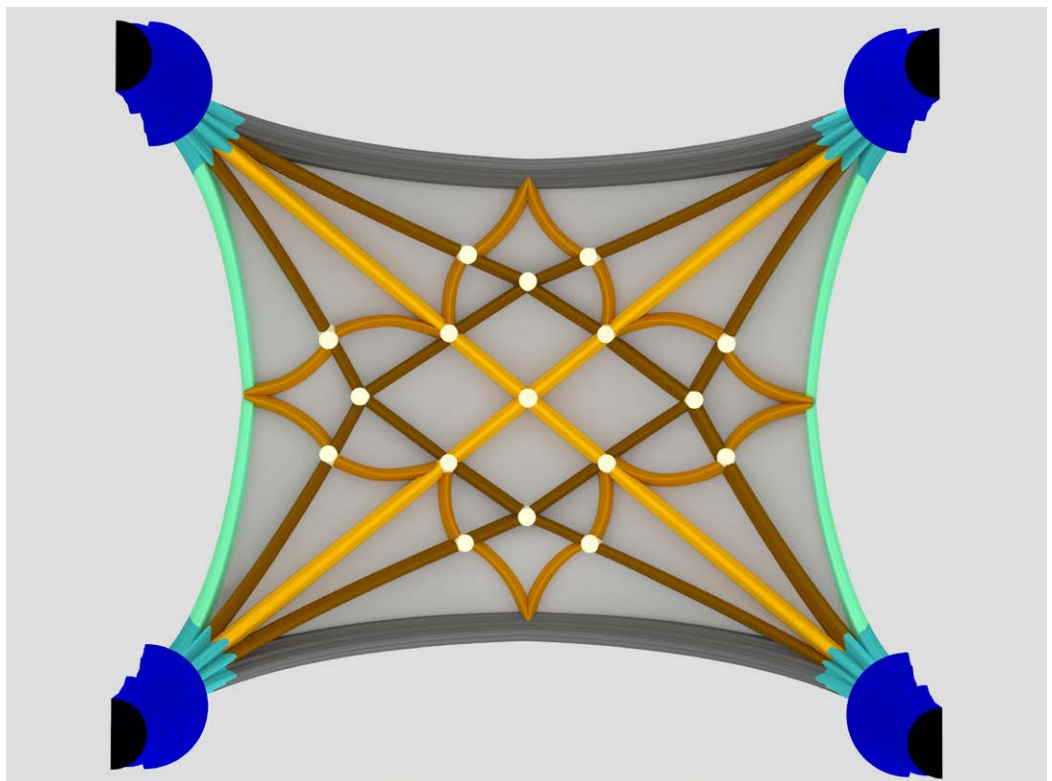


Fig. 11. Modello di una delle campate della chiesa di San Miguel. In giallo gli archi *cruceiros*, in verde gli archi *formeros*, in grigio gli archi *perpianos*, in marrone gli archi *terceletes*, in celeste *jarjamento* (elaborazione grafica A. Bortot).



Fig. 12. TRodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de architectura...* (1681), p.26: descrizione del sistema di archi di una volta nervata attraverso l'analogia anatomica con la mano umana, Rodrigo Gil evidenzia anche il rapporto proporzionale tra la lunghezza delle unghie e quella delle dita.

il pollice metà dell'arco *perpianos*, l'indice e l'anulare gli archi *terceletes*. A fronte di questa suddivisione, propone un'analogia tra la proporzione di un'unghia rispetto alla lunghezza di ciascun dito, e l'altezza del profilo della nervatura in riferimento al lato del quadrato di imposta: per gli archi *perpianos* propone un rapporto pari a 20, per gli archi *cruceros* di 24 e per gli archi *terzianos* pari a 1/33. Ciò ha permesso di verificare le dimensioni ottenute dal rilievo [6] con quelle ottenute dal calcolo parametrico (tab. 1). Le differenze sono minime per gli archi interni, mentre è leggermente più accentuata per gli archi *perpianos*, in linea con quanto già individuato da altri autori. [Moreno Dopazo 2016].

Tab. 1. Analisi metrica dell'altezza rilevata dei profili della chiesa di San Miguel confrontata con le regole del trattato di Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de architectura...* (1681).

Type	Profile Height [m]	Profile Height as treatise rule [m]	Difference
<i>perpianos</i>	0.50	0.45	10.56%
<i>cruceros</i>	0.37	0.38	-1.82%
<i>terceletes</i>	0.33	0.32	2.16%

Conclusioni

Rispetto ai più consueti diagrammi proporzionali presenti nella trattatistica europea rinascimentale, votati al rapporto tra gli ordini di un edificio e gli elementi del corpo umano, figurati bidimensionalmente ad essi iscritti o circoscritti, in Rodrigo Gil sembra assistere ad una più esplicita intuizione e volontà spaziale. Un sapere antico, di origine gotica, reinterpretato secondo i canoni antropocentrici rinascimentali, in grado con Rodrigo Gil di suggerire la tridimensionalità del corpo, senza ridurlo ad un astratto schema bidimensionale basato più semplici silouettes iscritte nelle pseudo proiezioni ortogonali degli edifici. Il lavoro qui presentato, all'interno della metodologia di conoscenza digitale consolidata che prevede il rilievo digitale multispettrale dell'edificio e la successiva modellazione geometrica che implementa le regole ritrovate nel trattato, conferma l'allineamento con le regole di dimensionamento e le sequenze costruttive descritte nel trattato. Un successivo approfondimento porterà ad ulteriori verifiche dimensionali degli elementi strutturali e costruttivi, e ad un'analisi più approfondita delle devianze tra il modello geometrico e la nuvola di punti, in modo da offrire eventuali opportunità di intervento di recupero strutturale.

Note

[1] Il rilievo laser scanner è stato prodotto con lo strumento Leica BLK 360 e processato con software Faro Scene®, il rilievo fotogrammetrico ha impiegato la fotocamera Nikon D800e con obiettivo 24 mm f1.4 asferico, le 300 immagini sono state processate con Agisoft Metashape. Il coordinamento e l'ottimizzazione dei dati è stata svolta da Rachele Bernardello che qui ringraziamo pubblicamente.

[2] Il rilievo è stato eseguito in occasione della summer school internazionale "Historic masonry structures" (27/08-10/09, Segovia - Spagna), la chiesa di San Miguel è stata una dei casi studio assegnati e analizzati dagli studenti.

[3] In riferimento al termine ogivale, si segnala come Rodrigo Gil intendesse tale l'arco diagonale di una volta così composta, senza riferimento prevalente alla sua forma. Tipicamente tale arco veniva tracciato a tutto sesto, generando per gli archi formosi e peripianos la forma a sesto acuto, ora intesa comunemente come ogivale.

[4] Per una interpretazione più matura di tale rappresentazione si veda [J. C., Palacios, 2006, p. 242]

[5] A differenza all'uso tradizionale da parte di Gil delle chiavi ad asse verticale, nel caso studio si segnala il tentativo di mettere in opera la chiavi nella direzione perpendicolare alla superficie sferica ideale.

[6] Per le dimensioni della volta in esame, di forma rettangolare, come descritto dallo stesso Gil, è stato scelto di utilizzare la media dei lati del rettangolo di imposta, pari a 9.05 metri.

Riferimenti bibliografici

Calvo-López J. (2020). *Stereotomy. Stone Construction and Geometry in Western Europe 1200–1900*. Cham: Springer International Publishing. <<https://doi.org/10.1007/978-3-030-43218-8>>

Camón Aznar J. (1941). *La intervención de Rodrigo Gil de Hontañón en el manuscrito de Simón García*. In *Archivo Español de Arte*, n. 44, pp. 300–306.

Casaseca A. C. (1988). *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría, 1500 - Segovia, 1577)*. Valladolid: Junta de Castilla y León.

García S., Rodrigo Gil de Hontañón (1681). *Compendio de arquitectura y simetría de los templos: conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría*.

Hoag J. D. (1979). *Rodrigo Gil de Hontanón: his work and writings, late medieval and renaissance architecture in sixteenth century Spain*. Tesi di dottorato in Storia dell'Arte. New York: Yale University.

Huerta S. (2002a). *Informe sobre las bóvedas del convento dominico de Nuestra Señora del Rosario*. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM).

Huerta S. (2002b). *The medieval 'scientia' of structures: the rules of Rodrigo Gil de Hontañón*. In Becchi A., Benvenuto E. (a cura di). *Towards a History of Construction. Between Mechanics and Architecture*, pp. 567–585. Basilea: Birkhäuser.

Huerta S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, pp. 207–238. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta S. (2021). *Building of Gothic cross vaults in the Spanish Renaissance*. In Sementsov S., Leontyev A., Huerta S. (a cura di). *Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage 2021*, pp. 39–44. Londra: Routledge. <<https://doi.org/10.1201/9781003136804-8>>

Sanz de Andrés M^a M. (2022). *Iglesia de San Miguel. Un lugar privilegiado de nuestra historia*. Segovia: Spreent Imprenta.

Maestri D., Docci M. (1992). *Il Rilievamento architettonico. Storia, metodi e disegno*. Bari: Laterza.

Moreno Dopazo P. (2016). Rodrigo Gil de Hontañón and 16th-Century Building Techniques: The Cimborio Vault of Archbishop Fonseca College Chapel in Salamanca (Spain). In *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 10, n. 8, pp. 1110–1124. <<https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1187778>>

Moreno Dopazo P. (2017). *Trazas de monte y cortes de cantería en la obra de Rodrigo Gil de Hontañón*. Tesi di dottorato di ricerca in Architettura, relatore prof. J.C. Palacios Gonzalos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Palacios J. C., Moreno Dopazo P. (2019). La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil. In *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 6, n. 11, pp. 951-952.

Palacios J. C. (2006). *The Gothic Ribbed Vault in Rodrigo Gil de Hontañón*. In Dunkeld M., et al. (a cura di). *Second International Congress on Construction History*, Cambridge 29 marzo-2 aprile 2006, vol. 3, pp. 2415–2432. Cambridge: Construction History Society.

Sanabria S. L. (1982). The mechanization of design in the 16th century: the structural formulae of Rodrigo Gil de Hontañón. In *The Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 41, n. 4, pp. 281–293. <<https://doi.org/10.2307/989800>>

Wendland D. (2013). Rodrigo Gil de Hontañón's Handbuch zum spätgotischen Kirchenbau. In Schröck K., Klein B., Bürger S. (a cura di). *Kirche als Baustelle*, pp. 339–353. Colonia: Böhlau.

Autori

Alessio Bortot, Università degli Studi di Trieste, alessio.bortot@units.it

Paolo Borin, Università degli Studi di Brescia, paolo.borin@unibs.it

Per citare questo capitolo: Alessio Bortot, Paolo Borin (2024). La misura della Chiesa di San Miguel a Segovia. Geometria e meccanica delle volte nervate di Rodrigo Gil de Hontañón/ The Survey of the Church of San Miguel in Segovia. Geometry and Mechanics of the Ribbed Vaults of Rodrigo Gil de Hontañón. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 911-934.

The Survey of the Church of San Miguel in Segovia. Geometry and Mechanics of the Ribbed Vaults of Rodrigo Gil de Hontañón

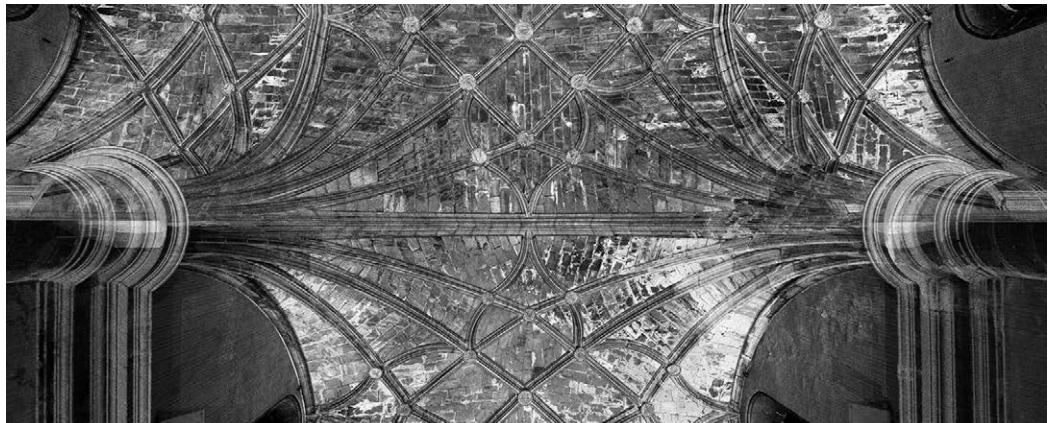
Alessio Bortot
Paolo Borin

Abstract

This paper illustrates the geometric and constructive analysis of one of the vaulting system of the nave bays of San Miguel church of in Segovia. The research was supported by a digital survey, as well as the study of the treatise by the church's designer, Rodrigo Gil de Hontañón (1500-1577). The text, which he wrote and published posthumously in 1681, is a rare case of transposition of construction medieval Spanish rules of stone masons into the renewed spirit of the Renaissance. Following a laser scanner survey involving the hall and the extrados of the vaulted system, the central bay of the nave was reconstructed in a digital environment, with particular attention for defining the ribbed construction elements and the overlying filling surfaces. As a result of this reconstruction, it was possible to ideally associate the roofing element with a spherical vault on which four cylindrical vaults are set, with an ogival arch directrix. Since Gil's treatise proposes on the one hand the sequence of site operations to set up the vault and on the other hand the proportional dimensioning of the main structural elements, these were measured and verified, finding a slight deviation between the actual data and that indicated in the manuscript.

Keywords

vaulting system, Rodrigo Gil de Hontañón, digital survey, 3D modeling, treatise



Detail of the vaulted system of San Miguel church of in Segovia, rendering from point cloud (graphic elaboration A. Bortot).

Introduction

The Church of San Miguel in Segovia (Spain) has medieval origins; the ancient Romanesque structure, located in the center of today's Plaza Mayor, today disappeared, was first mentioned in a document dated 1117 [M^a M. Sanz de Andrés 2022, p. 13]. It was on the churchyard of this place that Isabella I was proclaimed Queen of Castile on December 13, 1474. The original temple was demolished in 1532 to expand the plaza, and the current church on Infanta Isabel Street was built in its place. The church is attributed to Rodrigo Gil de Hontañón (1500-1577), the master builder of the Segovia Cathedral, which was then in the midst of construction. After Rodrigo's death, the architect and master builder Diego de Matienzo (1571-1592) continued its construction in 1587. The new Church of San Miguel, with a Latin cross plan and side chapels, was built in Gothic style but with a Renaissance structure and conception. The late Gothic language and the imprint of architect Rodrigo Gil de Hontañón are found in the ribbed Gothic vaults covering the six bays of the central nave and the same number of lateral ones (fig. 1). In the architecture of the church, a different treatment is noted in the chapels: while those on the southwest side correspond to the prototype of the Gothic funerary chapel, the chapels on the northeast side are designed as small niches with a Renaissance taste. This change in criteria may be due to the prevailing style of those years, but also to the problem of urban space, as the canal of the famous Roman aqueduct—a 15 km monument that crosses and cuts through the city of Segovia—passes next to the Church of San Miguel, right on the northeast side, in its underground stretch towards the Alcazar fortress.

Rodrigo Gil de Hontañón is considered one of the most important Spanish architects of the 16th century, capable of showcasing in his works the union between Gothic and Renaissance styles. Son of the stonemason Juan Gil de Hontañón (1480-1526), from whom he learned the secrets of creating stereotomic structures of medieval tradition, he succeeded him as master builder of Segovia Cathedral in the year of his death. In addition to projects related to religious architecture, including the cathedrals of Salamanca (1538) and Plasencia, [Casaseca 1988; Hoag 1979] he is also renowned for the realization of civil architectures such as the façade of the Colegio Mayor de San Ildefonso (1551-1553) and the Palace of the Guzmanes in León (1559-1566). His fame is also due to the writing of a treatise, the original of which has been lost, came to us thanks to the transcription by an architect from Salamanca, Simón García (1551-1581), [Camón Aznar 1941], titled *Compendio de arquitectura y simetría de los templos* (1681). [García, Rodrigo Gil de Hontañón 1681]



Fig. 1. Image of the vaulted system bay analysed of San Miguel church nave (graphic elaboration A. Bortot).

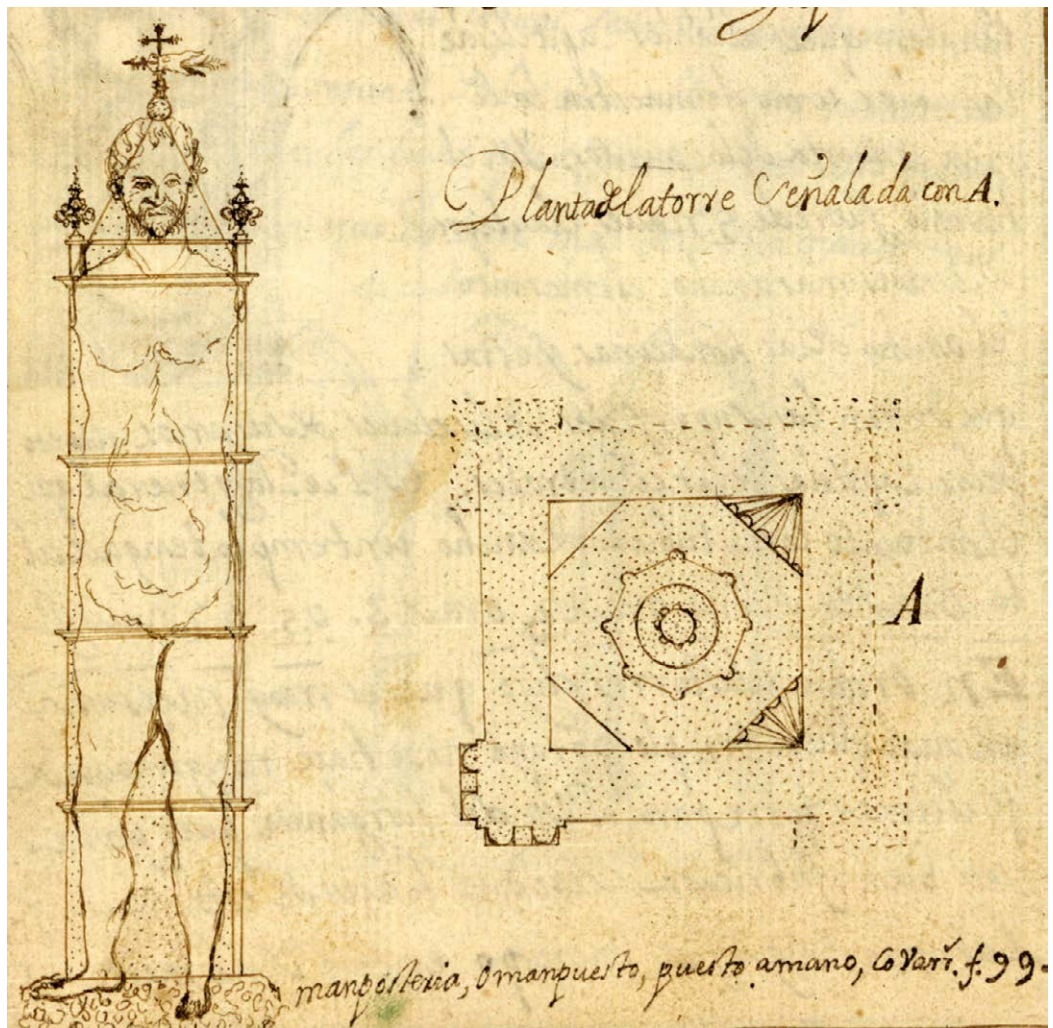


Fig. 2. Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de architectura...* (1681), p. 10: parallelism between architectural elements and parts of the human body.

The interest in the work is certainly linked to the theoretical explanations on the geometric proportions of building orders, but above all to the indications on the sizing of construction elements through a geometric-proportional system, combined with a mathematical one. José Calvo-López reminds us that “The first five chapters in the *Compendio* are an assortment of architectural problems, dealing with plans and dimensions of churches, structural rules (both graphical and arithmetical), windows, towers, and staircases; he takes some material from Vitruvius and focuses on anthropomorphic measurements” [Calvo-López 2020] (fig. 2). The proportions of the human body associated with architectural orders represent, as is well known, a specific characteristic of graphic representations from the early Renaissance throughout Europe, in the search for a repeatable and idealized compositional rule. This trend is evidenced, in the same centuries, by the study of buildings from the classical period through what we would today call “direct observation techniques,” employed not so much to achieve faithful reproductions of an existing structure, but rather to grasp its compositional logic [Maestri, Docci 1992, pp. 53–86]. In the Italian context, consider, for example, the studies on proportions by Francesco di Giorgio Martini (1439–1501), in which a floor plan and elevation are often associated with an anthropomorphic figure or part of it, just as parts of the human body had been used as units of measurement since ancient times. This interpretative trend of ancient buildings would lead in the following centuries to the definition of a new way of “doing architecture,” through a reinterpretation of classical knowledge, establishing a compositional method based on the harmony of proportions.

What makes Gil’s text particularly original, however, is the use of the proportional system for the sizing of structural elements, to the extent that “In no other manuscript or treatise

of the late Gothic or Renaissance period does the separation of the structure from the rest of the elements that compose the building appear so consciously. The structural rules are completely independent of the general design process and probably constitute the first documented attempt to create an independent 'science' for the design of structures (although its foundation is not the principles of mechanics, but rather the accumulated experience and observation of the behavior of existing or under-construction structures)" [Huerta 2004, p. 208].

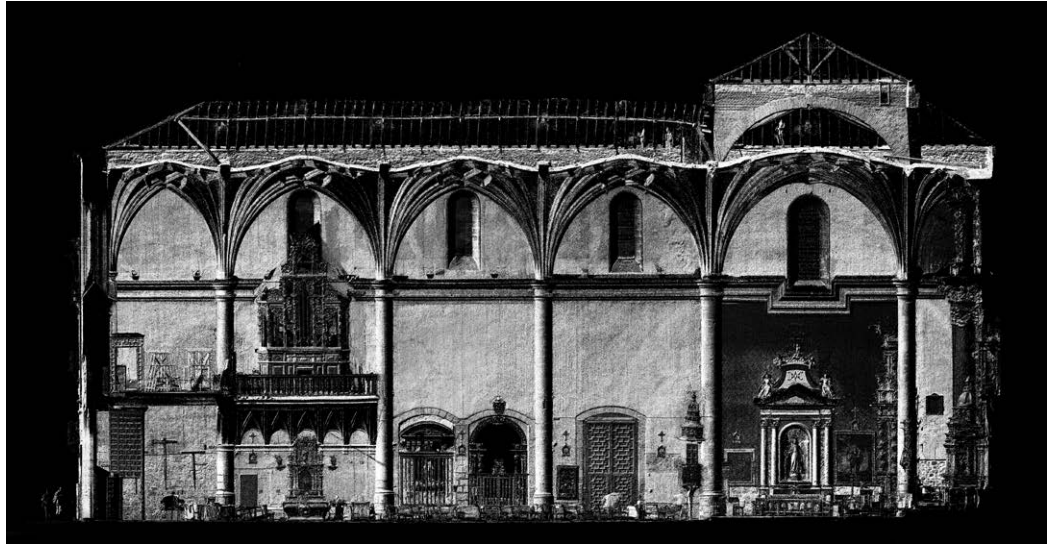


Fig. 3. Longitudinal section of the church of San Miguel, including the intrados of the roof (graphic elaboration A. Bortot).

Survey and digitalization

The survey was conducted using laser scanning and photogrammetric techniques. The campaign covered the main nave, the attic (fig. 3), part of the bell tower, and the main facade, totaling 49 stations. It should be noted that the survey focused on the surfaces of the intrados and extrados of the ribbed vaults in order to conduct geometric and structural analyses of these elements [1]. The scans carried out inside the bell tower were necessary to ensure the connection between those executed below and above the vaulted surfaces. Access to the attic space is indeed possible through a narrow passage carved within the thickness of the nave's wall (width 60 cm, height 120 cm, depth 100 cm) (fig. 4). Despite the use of targets, linking the previous and subsequent point clouds across the passage proved to be the most delicate task, given the inevitably low percentage of overlap between the surfaces of the two environments. The intrados surfaces of the vaults and much of the internal walls were also captured using photogrammetric techniques. The processed images primarily ensured the

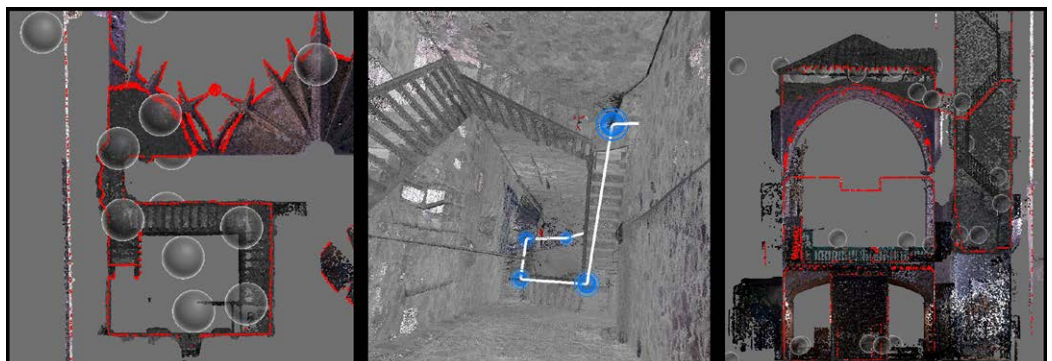


Fig. 4. Laser Scans of the connection between the hall and the roof system of the church of San Miguel (graphic processing R. Bernardello).

generation of a dense point cloud, which was scaled and oriented using appropriately positioned targets recorded during the 3D scanning phase. Generating a polygonal mesh and its corresponding texture allowed for the creation of a high-resolution orthophoto of the vaults covering the main nave and transept (fig. 5).



Fig. 5. Orthophoto of the intrados of the main vaulted system of the church of San Miguel, the model is sectioned above the *jarjamento* (graphic elaboration P. Borin).

Geometric abstraction and construction phases

It is first useful to define a set of essential terms, primarily linked to the Spanish and French traditions, which aid in understanding the geometric and construction procedures described in Rodrigo Gil's treatise. To avoid ambiguity, where a term does not have a direct Italian counterpart, it has been chosen to retain the original language (Spanish):

- *cruceros* archs, or ogival arches [2], located along the diagonals of the impost rectangle;
- *formeros* arches (fr. *formeret*), are those embedded in the walls of the aisles;
- *perpianos* arches (fr. *doubleau*), arranged perpendicular to the main direction of the nave, dividing one bay from the next;
- *terceletes* arches (fr. *tierceron*), positioned between the previously described arches;
- *ligadura* (fr. *lierne*, en. *ridge line*), represent the ramping connections between different types of arches and complete the typical floral appearance of Gil's ribbed vaults;
- *montea*, projection on the impost plane of the arches composing the vault;
- *jarjamento* (fr. *tas-de-charge*), the set of stone blocks, acting as a horizontal impost, designed to support the loads from the *cruceros* arches at the impost vertices;
- *plenteria* (en. *web*), consisting of the infilling, in stone or bricks, between the ribs;
- *keystone*, (fr. *Bosse*, sp. *claves*), conical or cylindrical elements often placed at the intersection of the arches;
- *piers* (sp. *pilares*) vertical punctual elements;
- *buttress* (sp. *estribos*), vertical elements thickening a wall, to resist horizontal loads.

The geometric composition of a vault is graphically described in Gil's treatise through a renowned representation (figg. 6, 7), common among many contemporaneous treatise authors, illustrating the *montea* and the springing of the *cruceros* arches [3]. As is evident, the drawing also illustrates construction devices used to support the arches during their construction, which represents an innovation of this treatise compared to the European panorama. Indeed, it provides significant information on the implementation of vaulted systems and their supporting structures during construction phases [Moreno Dopazo 2017; Wendland 2013]: "full-scale layouts prepared on scaffolds, directly beneath the vault, allowed masons to understand the curvature of the ribs, the height of secondary keystones, and the height of the centering that supports the ribs. Additionally, they were used to verify execution after

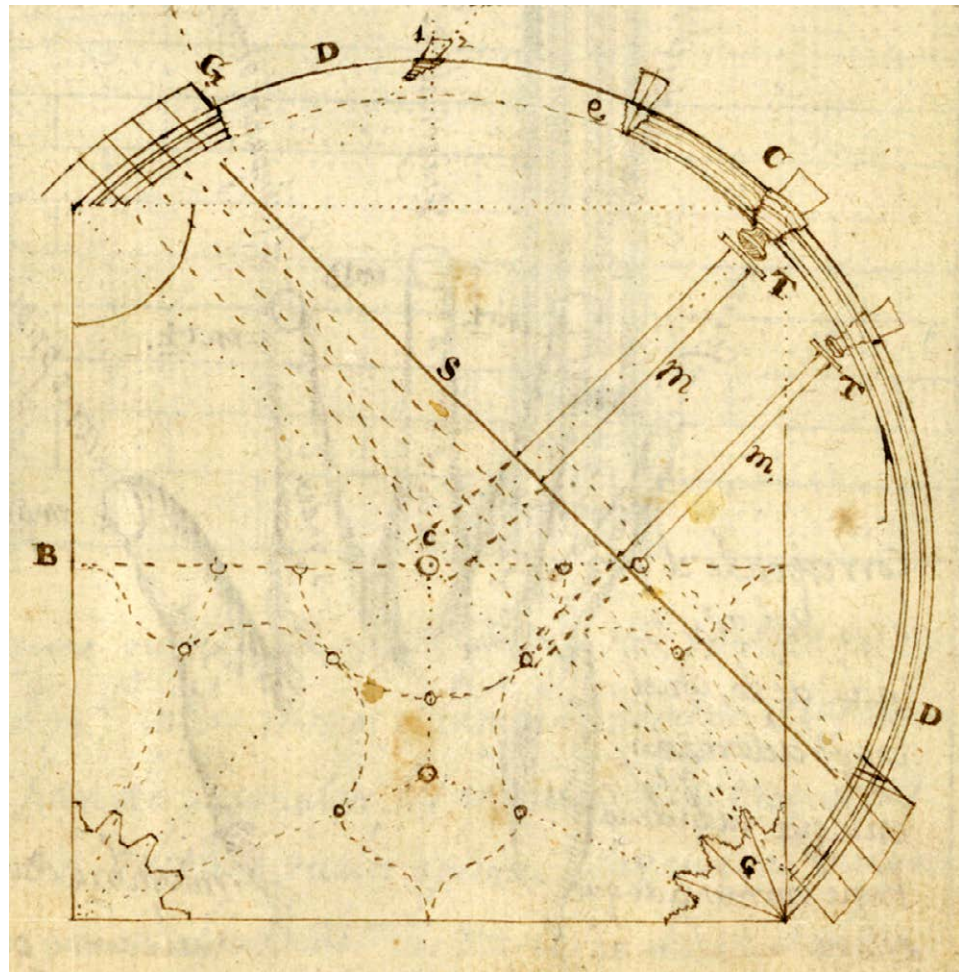


Fig. 6. Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de arquitectura...* (1681), p. 25: geometric representation of a ribbed vault, plan and over turning with geometric and constructive indications.

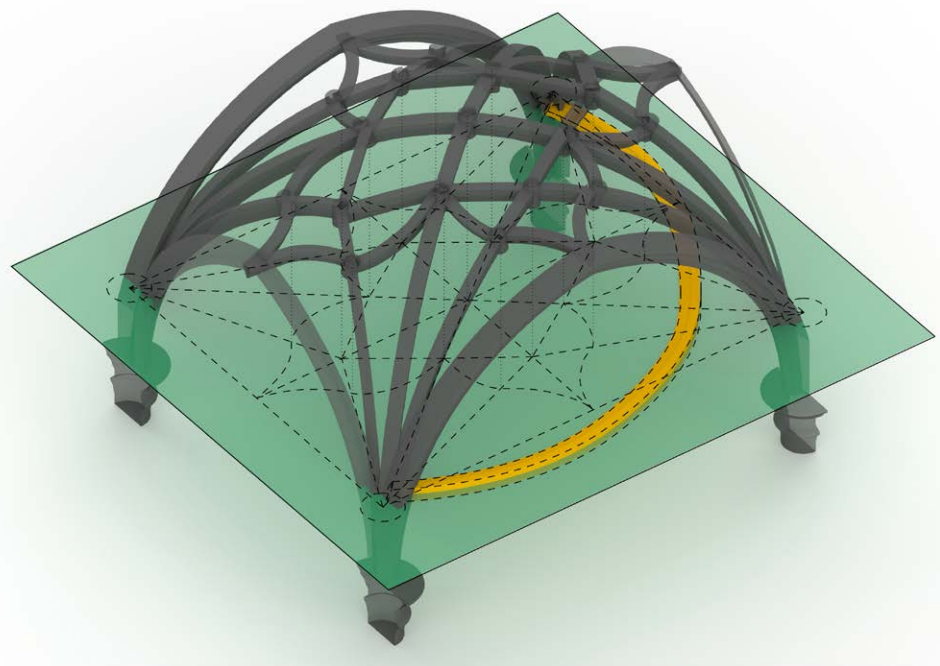


Fig. 7. Digital model of the analysed span, over turning of the cruceros arch on the impost plane of the ribbed vault (in green) above the impost blocks (*jarjamento*), (graphic elaboration A. Bortot).

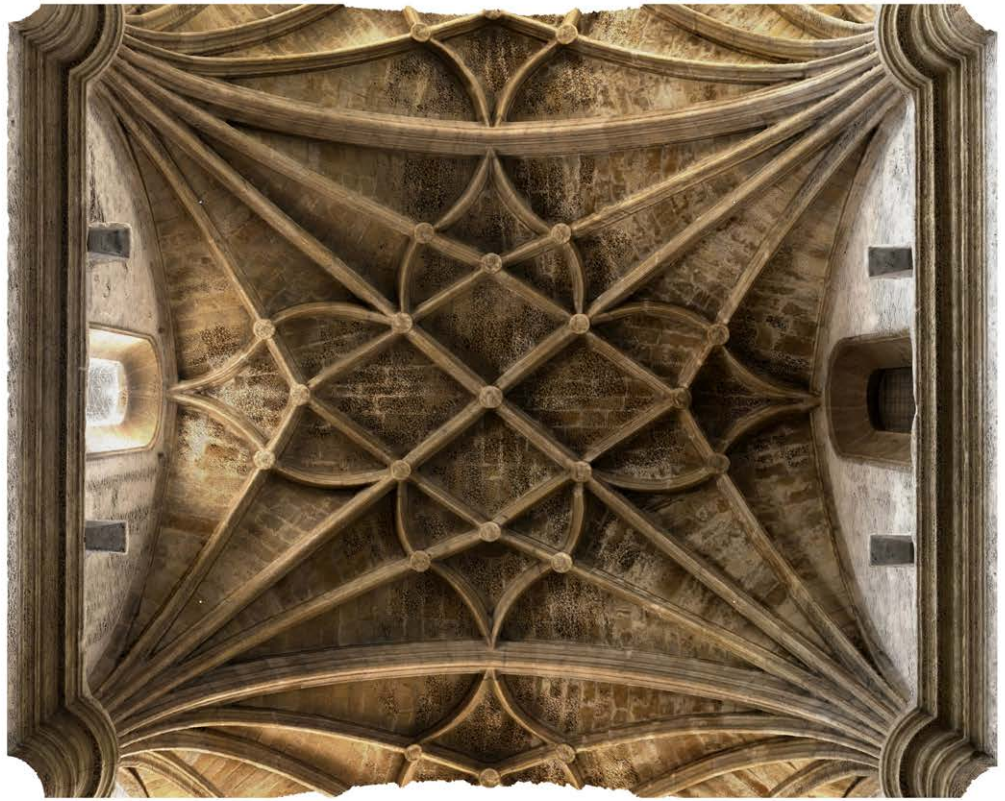


Fig. 8. Perspective view from below and axonometric view of the polygonal mesh of the central span obtained through the photogrammetric survey (graphic elaboration A. Bortot).

the placement of voussoirs, ensuring that plumb lines hanging from the keystones overlapped with their theoretical positions in the layout" [Huerta 2021, p. 208].

It was chosen to analyze the central vault of the main nave, morphologically similar to all the others (fig. 8). Ideally, it is a composite vault, consisting of a central portion of a hemispherical vault onto which are set ribs with pointed arch profiles. The vault is ideally constituted by portions of developable and non-developable surfaces (fig. 9) [J. C., Palacios 2006, p. 2420]. The vault has a rectangular base with the longer side along the *perpianos* arches (9.93m) and the shorter side in the direction of the nave (8.16m). According to the manuscript, the first construction phase involves placing the centering above the impost level, at the level of the *jarjamento*, easily identifiable by the horizontal planes between one *vousoir* and another. This level is situated 15.02 meters above the floor level. On this centering, references of the *montea* are scaled to natural size, indicating the positions of the 17 keystones (fig. 10) and the arches (fig. 11). Further overturning procedures allow identifying the radius (6.48m) and the height of the keystone, placed 4.04 meters above the impost level, and other keystones. Once the heights of the keystones are determined, they can be transferred upwards using wooden pillars to support the placement of the voussoirs through the centering. It is well demonstrated [C. J., Palacios, Moreno Dopazo 2019] that these were the only temporary structures necessary for the construction of the vault in its entirety, with the stone filling surfaces resting above the main arches [Huerta 2002a].

As anticipated, Rodrigo Gil's treatise also presents another innovative characteristic compared to other contemporary treatises: specific rules for dimensioning structural elements such as columns, buttresses, rib thicknesses, and keystones, using square root calculations [Huerta 2002b; Sanabria 1982]. Regarding vaulting systems, Gil describes an analogy between the four types of arches and a human hand, demonstrating the mindset of the time focused on finding analogies between the human body and architectural structure. Gil states that, taking a left hand with the palm facing downward (fig. 12), it represents a quarter of a vault, where: the wrist represents the vertex (*jarjamento*), the middle finger represents half of the *cruceros* arch, the pinky fingers represents half of the *formeros* arch, the thumb represents half of the *perpianos* arch, the index and ring fingers represent the *terceletes* arches. In relation to this division, he proposes an analogy between the proportion of a fingernail

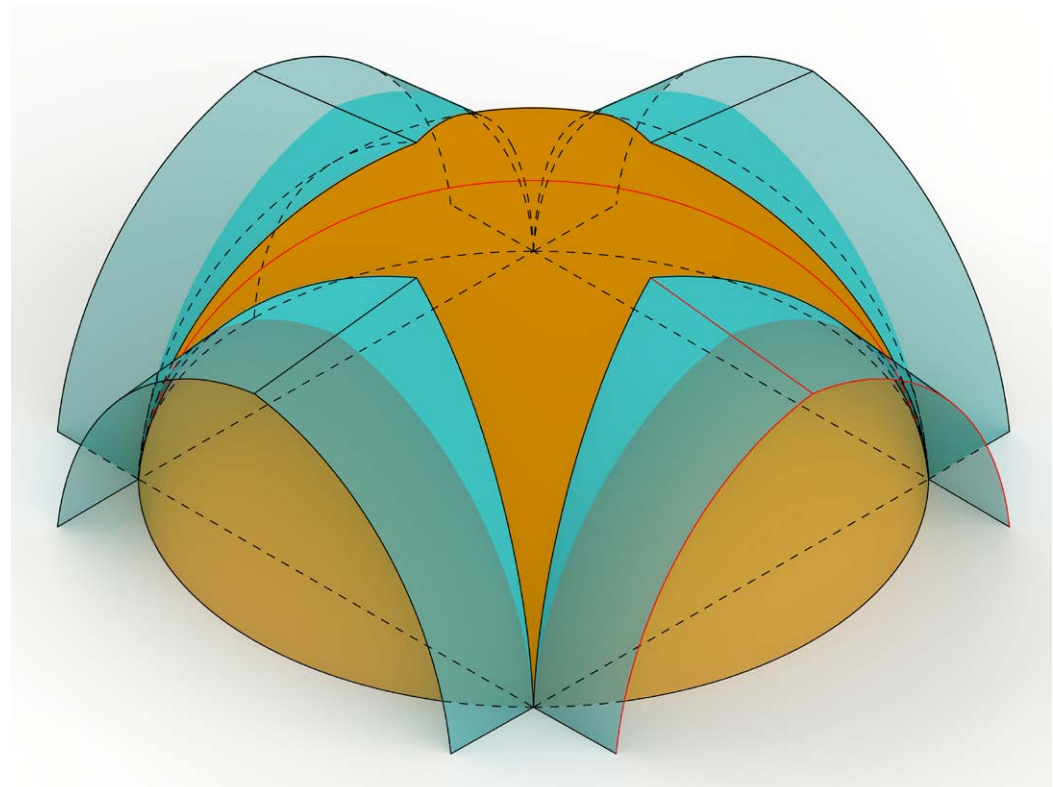


Fig. 9. Geometric interpretation of the ribbed vault according to a spherical portion and four cylindrical portions (graphic processing A. Bortot).



Fig. 10. Keyhole with angel decoration placed near the church of San Miguel (photo by A. Bortot).

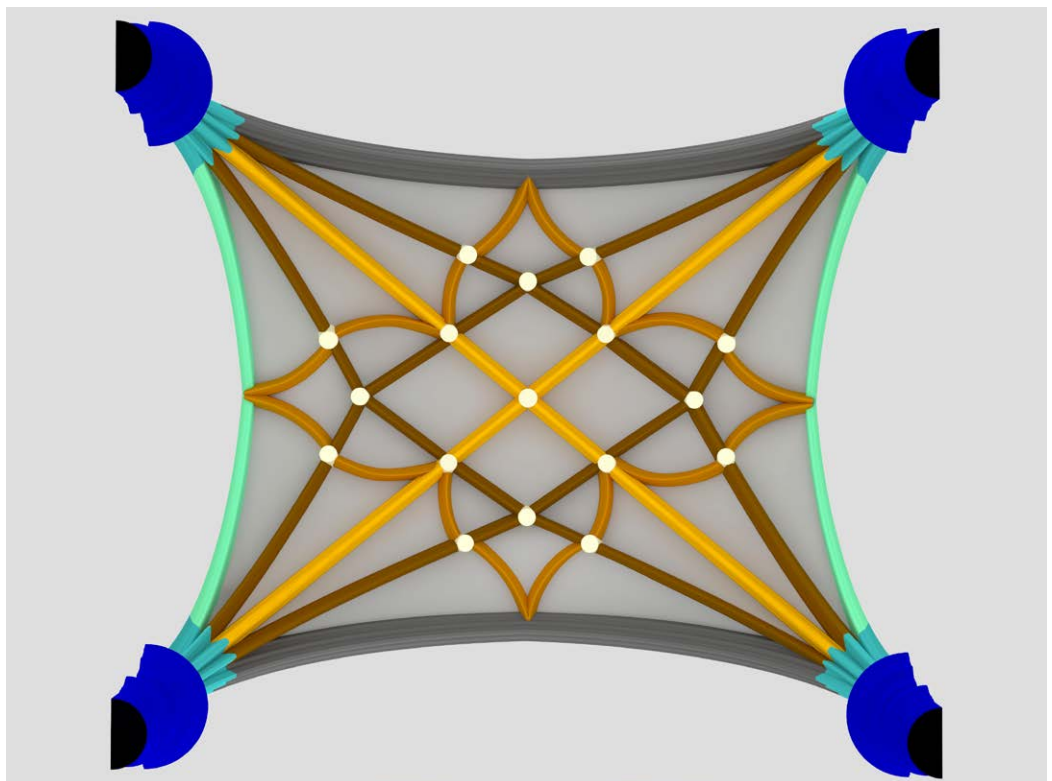


Fig. 11. Model of one of the bays of the church of San Miguel. In yellow the cruceros arches, in green the formeros arches, in grey the perpianos arches, in brown the terceletes arches, in light blue the jarjamento (graphic elaboration A. Bortot).



Fig. 12. Rodrigo Gil de Hontañón, *Compendio de arquitectura...* (1681), p. 26: description of the arch system of a ribbed vault through the anatomical analogy with the human hand, Rodrigo Gil also highlights the proportional relationship between the length of the nails and that of the fingers.

compared to the length of each finger, and the height of the rib profile in relation to the side of the impost square: for the *perpianos* arches he proposes a ratio of 20, for the *cruceros* arches of 24, and for the *terzianos* arches a ratio of 1/33. This allowed verifying the dimensions obtained from the survey with those obtained from the parametric calculation (tab. 1). The differences are minimal for the internal arches, while they are slightly more pronounced for the *perpianos* arches, consistent with what has already been identified by other authors. [Moreno Dopazo 2016]

Tab. 1. Metric analysis of the measured height of the profiles of the church of San Miguel compared with the rules of Rodrigo Gil de Hontañón's treatise *Compendio de arquitectura...* (1681).

Type	Profile Height [m]	Profile Height as treatise rule [m]	Difference
<i>perpianos</i>	0.50	0.45	10.56%
<i>cruceros</i>	0.37	0.38	-1.82%
<i>terceletes</i>	0.33	0.32	2.16%

Conclusions

Compared to the more usual proportional diagrams found in Renaissance European treatises, focused on the relationship between the orders of a building and elements of the human body, depicted two-dimensionally within inscribed or circumscribed figures, Rodrigo Gil appears to present a more explicit insight and spatial intent. An ancient knowledge, originating from the Gothic tradition, reinterpreted according to Renaissance anthropocentric canons, capable with Rodrigo Gil of suggesting the three-dimensionality of the body, without reducing it to an abstract two-dimensional schema based on simpler silhouettes inscribed in pseudo-orthogonal projections of buildings.

The work presented here, within the established methodology of digital knowledge that includes multispectral digital survey of the building and subsequent geometric modeling implementing the rules found in the treatise, confirms alignment with the sizing rules and construction sequences described in the treatise. Further investigation will lead to additional dimensional checks of structural and construction elements, and a more thorough analysis of deviations between the geometric model and the point cloud, to provide potential opportunities for structural recovery interventions.

Notes

[1] The survey was performed during the international summer school "Historic Masonry Structures" (27/08-10/09, Segovia, Spain), where the Church of San Miguel was one of the assigned case studies analyzed by the students.

[2] Regarding the term "ogival" it should be noted that Rodrigo Gil referred it as the diagonal arch of a vault, without primarily referring to its shape. Typically, such an arch was traced as a full round arch, resulting in pointed arch shapes for the formeros arches and perpianos arches, whose shapes are now commonly understood as "ogival".

[3] For an updated interpretation of this representation, please refer to [J. C., Palacios 2006, p. 2421]

References

- Calvo-López J. (2020). *Stereotomy. Stone Construction and Geometry in Western Europe 1200–1900*. Cham: Springer International Publishing. <<https://doi.org/10.1007/978-3-030-43218-8>>
- Camòn Aznar J. (1941). *La intervención de Rodrigo Gil de Hontañón en el manuscrito de Simón García*. In *Archivo Español de Arte*, n. 44, pp. 300–306.
- Casaseca A. C. (1988). *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría, 1500 - Segovia, 1577)*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- García S., Rodrigo Gil de Hontañón (1681). *Compendio de arquitectura y simetría de los templos: conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría*.
- Hoag J. D. (1979). *Rodrigo Gil de Hontanón: his work and writings, late medieval and renaissance architecture in sixteenth century Spain*. Tesi di dottorato in Storia dell'Arte. New York: Yale University.
- Huerta S. (2002a). *Informe sobre las bóvedas del convento dominico de Nuestra Señora del Rosario*. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Huerta S. (2002b). *The medieval 'scientia' of structures: the rules of Rodrigo Gil de Hontañón*. In Becchi A., Benvenuto E. (Eds.). *Towards a History of Construction. Between Mechanics and Architecture*, pp. 567–585. Basilea: Birkhäuser.
- Huerta S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, pp. 207–238. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Huerta S. (2021). Building of Gothic cross vaults in the Spanish Renaissance. In Sementsov S., Leontyev A., Huerta S. (Eds.). *Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage 2021*, pp. 39–44. Londra: Routledge. <<https://doi.org/10.1201/9781003136804-8>>
- Sanz de Andrés M^a M. (2022). *Iglesia de San Miguel. Un lugar privilegiado de nuestra historia*. Segovia: Spreent Imprenta.
- Maestri D., Docci M. (1992). *Il Rilevamento architettonico. Storia, metodi e disegno*. Bari: Laterza.
- Moreno Dopazo P. (2016). Rodrigo Gil de Hontañón and 16th-Century Building Techniques: The Cimborio Vault of Archbishop Fonseca College Chapel in Salamanca (Spain). In *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 10, 8, pp. 1110–1124. <<https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1187778>>
- Moreno Dopazo P. (2017). *Trazas de montea y cortes de cantería en la obra de Rodrigo Gil de Hontañón*. Tesi di dottorato di ricerca in Architettura, relatore prof. J.C. Palacios Gonzalos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Palacios J. C., Moreno Dopazo P. (2019). La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil. In *Angewandte Chemie International Edition*, n. 6(11), pp. 951–952.

Palacios J. C. (2006). *The Gothic Ribbed Vault in Rodrigo Gil de Hontañón*. In Dunkeld M., et al. (Eds.). *Second International Congress on Construction History*, Cambridge 29 marzo-2 aprile 2006, vol. 3, pp. 2415–2432. Cambridge: Construction History Society.

Sanabria S. L. (1982). The mechanization of design in the 16th century: the structural formulae of Rodrigo Gil de Hontañón. In *The Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 41, n. 4, pp. 281–293. <<https://doi.org/10.2307/989800>>

Wendland D. (2013). Rodrigo Gil de Hontañón's Handbuch zum spätgotischen Kirchenbau. In Schröck K., Klein B., Bürger S. (Eds.). *Kirche als Baustelle*, pp. 339–353. Colonia: Böhlau.

Authors

Alessio Bortot, Università degli Studi di Trieste, alessio.bortot@units.it

Paolo Borin, Università degli Studi di Brescia, paolo.borin@unibs.it

To cite this chapter: Alessio Bortot, Paolo Borin (2024). La misura della Chiesa di San Miguel a Segovia. Geometria e meccanica delle volte nervate di Rodrigo Gil de Hontañón/ The Survey of the Church of San Miguel in Segovia. Geometry and Mechanics of the Ribbed Vaults of Rodrigo Gil de Hontañón. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 911-934.