



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 luav 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

Francesco 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

Francesco 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 comunicate 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 Ceravola, 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 Bigongiar, 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 Ballestín, 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

Le misure della Sfera Celeste nella Sacrestia Vecchia di San Lorenzo in Firenze

Manuela Incerti

Abstract

La Sacrestia Vecchia di San Lorenzo a Firenze è opera di Filippo Brunelleschi e l'inizio della sua costruzione è probabilmente da riferire al 1422. Un'incisione ricorda che nel 1428, l'anno della morte del suo committente, Giovanni d'Averardo dei Medici, viene realizzata la lanterna posta sulla sommità della famosa cupola ad ombrello dell'ambiente principale. Un piccolo altare è situato nella scarsella coperta da una superficie emisferica con diametro di circa 4 metri, decorata da un complesso ed enigmatico apparato pittorico. Il dipinto riproduce solo una metà della sfera celeste, il modello teorico messo a punto dagli astronomi per rappresentare la posizione e il movimento degli astri e dei pianeti. I suoi elementi fondamentali sono tracciati grazie ad una serie di linee geometriche dorate; sono inoltre presenti le affascinanti iconografie delle costellazioni, il Sole, la Luna e alcuni pianeti. Illustri ricercatori hanno affrontato lo studio di questo insolito oggetto, singolarmente collocato in un contesto sacro, allo scopo di individuarne i dati astronomici e il loro significato. Il contributo presenta i primi risultati della ricerca che ha preso avvio da un rilievo strumentale (laser scanner e fotogrammetrico) con il fine di indagare sulla geometria della cupola, sulle sue misure, sul sistema di tracciamento delle linee dorate e sul livello di precisione degli ideatori e degli esecutori.

Parole chiave

rilievo digitale, sfera celeste, astronomia culturale, geometria, Rinascimento



Scarsella della Sacrestia Vecchia: dettaglio della fascia zodiacale.

Introduzione

Il contributo si pone l'obiettivo di effettuare una nuova analisi della superficie emisferica della scarsella della Sacrestia Vecchia (fig. 1) della basilica di San Lorenzo (Firenze), a partire dai dati elaborati grazie ad un recente rilievo digitale integrato (laser scanner e fotogrammetrico). Attraverso la misura degli elementi notevoli della sfera celeste qui rappresentata, si desidera verificare il grado di precisione utilizzato dagli artefici, con lo scopo di fornire agli storici dell'astronomia nuovi dati utilizzabili per l'interpretazione della configurazione celeste. Grazie alla posizione del Sole, della Luna e degli astri identificati come pianeti, a partire dai primi anni del Novecento diversi studiosi hanno formulato ipotesi su anno, giorno e ora celebrati in questo dipinto. La precisione degli esecutori, spesso citata dagli studiosi, non è tuttavia mai stata accertata con operazioni di misura dell'intero sistema.

Non sono ancora stati ritrovati documenti che attestino con certezza la data di realizzazione del programma pittorico dell'emisfero astronomico e il nome dei suoi autori [1]. Si possiedono invece alcune notizie sul contenitore di quest'opera che consentono di individuare un intervallo temporale utile alla discussione. Pietro Ruschi riporta che la ricerca archivistica ha individuato nel 1422 l'anno di inizio dei lavori murari, su progetto di Filippo Brunelleschi [Ruschi, 1993, p. 41]. Un paio di date incise e alcune testimonianze documentali consentono di individuare un periodo nel quale gli storici sono concordi collocare l'edificio e i suoi elementi principali. L'incisione posta alla base della lanterna testimonia che questa fu realizzata nel 1428, mentre l'altare riporta la data del 1432. Giovanni d'Averardo dei Medici (1386-1428), padre di Cosimo, muore il 20 febbraio 1428 e, citando questa morte, Giorgio Vasari ricorda che in quel periodo si concludeva la realizzazione della copertura ("Non fu finita di coprire la sagrestia, che Giovanni de' Medici passò a l'altra vita, e rimase Cosimo suo figliuolo" [Vasari 1568, p. 319]). A Cosimo devono quindi essere attribuiti alcuni lavori di completamento dello spazio citati dal Vasari: gli stucchi, i portali in pietra, le porte di bronzo, il pozzo e il lavamani nella stanzina sulla sinistra della scarsella, oltre al monumento funebre del padre collocato al centro dell'ambiente [Vasari 1568, p. 319].

Isabella Lapi Ballerini ha ripreso l'ipotesi che la parte artistica del programma possa essere riconducibile al pittore Giuliano d'Arrigo, detto il "Pesello" [Lapi Ballerini 1989]. Per l'ideazione e la realizzazione della struttura geometrica che sottende il disegno astronomico è stato proposto più volte il nome dell'astronomo Paolo dal Pozzo Toscanelli (Firenze, 21 aprile



Fig. 1. Vista della cupola dipinta con il tema astronomico.

1397 - Pisa, 10 maggio 1482), i cui rapporti con Filippo Brunelleschi (Firenze, 1377 – Firenze, 15 aprile 1446) sono documentati [Manetti 1976, p. 70].

In una recente giornata di Studi organizzata nell'ambito del XXI Convegno della Società di Archoastronomia Italiana, con la partecipazione del Museo Galileo, è stato fatto il punto sullo stato dell'arte e sui possibili sviluppi della ricerca, gli esiti di questi lavori sono stati pubblicati in un numero monografico della rivista Giornale di Astronomia [2].

Il rilievo

Il rilievo metrico è stato eseguito con due laser scanner Faro Focus (X330 e S70) [3] nel febbraio 2023. L'uso delle due diverse attrezzature si è reso necessario per l'esiguità del tempo disponibile, data la costante presenza di turisti in questo monumentale spazio durante il corso dell'intera giornata. Sono state eseguite 74 scansioni, quasi tutte comprensive del dato colore, che hanno coperto l'interno, parte del transetto della chiesa, la scala di accesso al sottotetto e le coperture sino alla sommità della lanterna. Sono state inoltre eseguite alcune scansioni nel cortile esterno che circonda la Sacrestia al fine di collegare interno ed esterno. La registrazione è avvenuta con il software Scene 2022.2.0, ed è stata prodotta una nuvola (fig. 2) che conta 1.586 milioni di punti (omogeneizzazione della densità dei punti impostata a 1,5 mm). All'interno di questo ambiente è stata prodotta l'esportazione del dato nei vari formati necessari alla ricerca (.e57 per l'integrazione con i dati della fotogrammetria digitale e .rcp per l'analisi grafica e la restituzione in ambiente CAD).

Il rilievo fotogrammetrico è stato eseguito con una fotocamera reflex Nikon d5300 su cavalletto (41 scatti raw, diaframma F/8, ISO 200, dimensione 12MP). L'elaborazione è avvenuta con il software Metashape 2.0.3 e nel processo sono stati integrati provenienti dalla registrazione delle scansioni (42 milioni di punti per la sola parte della scarsella) con quelli della fotogrammetria al fine di gestirne la fase di trasformazione e di orientamento (fig. 3). La nuvola di punti ottenuta in questa fase (per la sola emisfera dipinta) conta 24,5 milioni di punti, mentre la mesh generata è composta da 6,2 milioni di facce. La texture elaborata in modalità di mappatura ortofoto adattiva ha una dimensione di 16.000 pixel per lato.

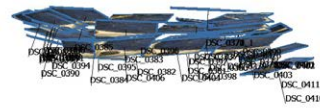
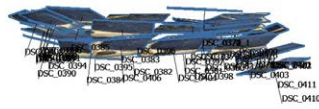
Nel contesto di questa ricerca è di interesse sottolineare che la mesh proveniente dal dato fotogrammetrico ha, rispetto a quella del laser scanner, un dettaglio tale da riuscire a descrivere la tridimensionalità delle linee dipinte, così come quella di alcuni elementi come il Sole e la Luna (fig. 4). Ottenuto il modello dal processo fotogrammetrico, è stato possibile esportarlo per la sua analisi metrica e geometrica.



Fig. 2. Vista della nuvola di punti del rilievo.

Orthographic

Snap: Axis, 3D



faces: 6,233,399 vertices: 3,120,466

Fig. 3. A sinistra vista della nuvola di punti elaborata mediante fotogrammetria, a destra la sua sovrapposizione con la nuvola proveniente dal rilievo laser scanner (Agisoft Metashape).

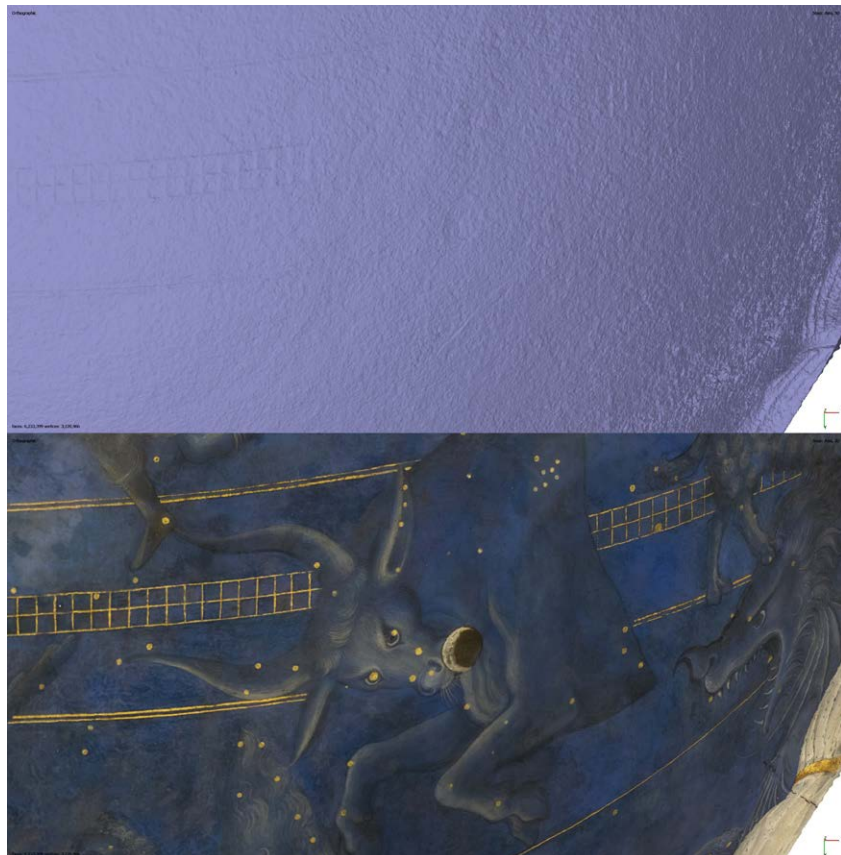


Fig. 4. La mesh conserva un grado di dettaglio molto alto, come è possibile notare dalla resa tridimensionale delle linee dorate.

L'analisi e le misure

Il dipinto riproduce solo una metà della sfera celeste, il modello teorico su cui è possibile rappresentare la posizione degli astri e dei pianeti (fig. 5).

Le linee geometriche dorate tracciate dagli esecutori con estrema cura e precisione sono le intersezioni di piani notevoli con la superficie della sfera.

Il piano dell'equatore celeste è descritto da una sola metà della circonferenza massima. Guardando il cielo in una notte stellata questo piano è individuabile grazie a una curva che si estende nella direzione est-ovest e divide la sfera in due parti: l'Emisfero Boreale (a nord) e l'Emisfero Australe (a sud) (fig. 6). Nel caso di questo manufatto la maggior parte della superficie pittorica è dedicata alla descrizione dell'Emisfero settentrionale (fig. 7). Si deve sottolineare che la sfera celeste è rappresentata come vista dall'interno, contrariamente alla consuetudine dell'epoca che la mostrava come vista dall'esterno [Bònoli 1999, p. 39]. Ai fini della fruizione del modello e dell'elaborazione delle immagini per la pubblicazione, il punto di vista è stato collocato in esterno per avere una migliore visibilità delle superfici.

L'asse dell'apparente rotazione del cielo, per definizione, è perpendicolare al piano dell'equatore. La sua geometria è stata determinata attraverso l'intersezione di due altri importanti piani tra loro ortogonali: il piano del coluro solstiziale e quello del coluro equinoziale (fig. 8). L'Eclittica è al centro di una zona riccamente decorata: la fascia zodiacale, la cui ampiezza nell'antichità era stimata in 12° circa [4], la stessa misura che possiamo riscontrare in questo reperto. La sua inclinazione sul piano dell'Equatore secondo Tolomeo è di $23^\circ 51' 20''$, mentre il valore attribuito a Paolo Dal Pozzo Toscanelli è di $23^\circ 30'$ [5]. La suddivisione di questa fascia in 12 parti di 30° individua le zone del cielo occupate dalle costellazioni zodiacali (fig. 9). La linea dorata dell'Eclittica è affiancata da piccoli quadrati che individuano la dimensione di 1° . Questa suddivisione in gradi è davvero molto rigorosa, come si può notare dalla ricostruzione geometrica con passo di 2° (fig. 10). Le piccole imprecisioni non sono infatti sulla geometria dei quadrati, ma sulla collocazione reciproca dei gruppi da 30, probabilmente a causa delle interruzioni del disegno geometrico determinate dalle figure delle costellazioni [6].



Fig. 5. La semisfera dipinta vista dall'esterno, ottenuta con il taglio di un piano orizzontale.

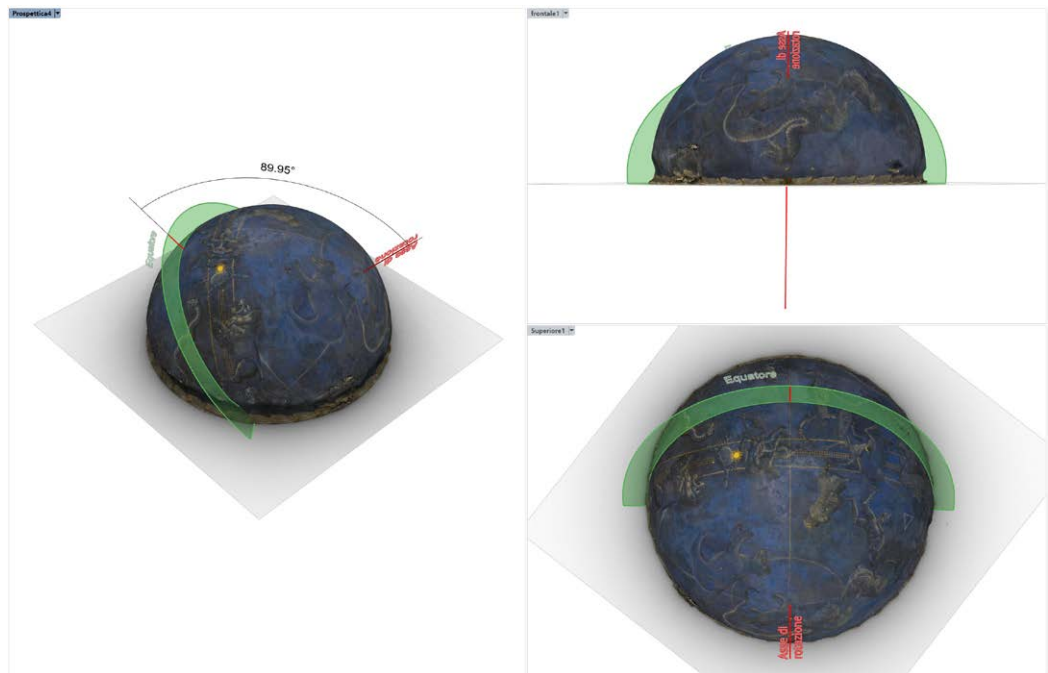


Fig. 6. Il piano dell'Equatore celeste e l'angolo misurato tra questo e l'asse di rotazione della sfera.



Fig. 7. Vista dall'interno: l'Equatore celeste divide in due parti la sfera, è qui rappresentata prevalentemente la parte di sfera corrispondente all'Emisfero Boreale.

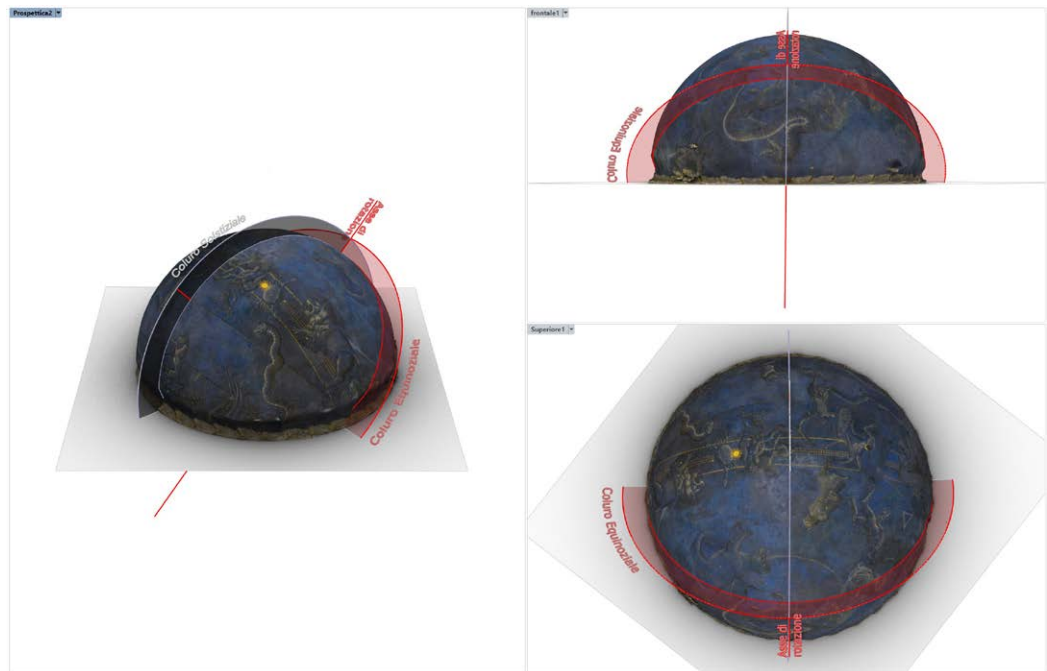


Fig. 8. I piani dei due Coluri solstiziale e equinoziale.

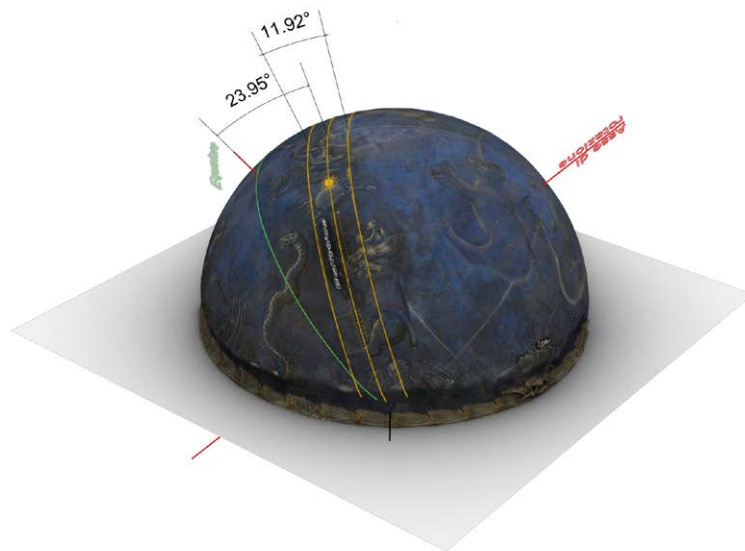


Fig. 9. La fascia dell'Eclittica e la sua inclinazione rispetto al piano dell'Equatore.

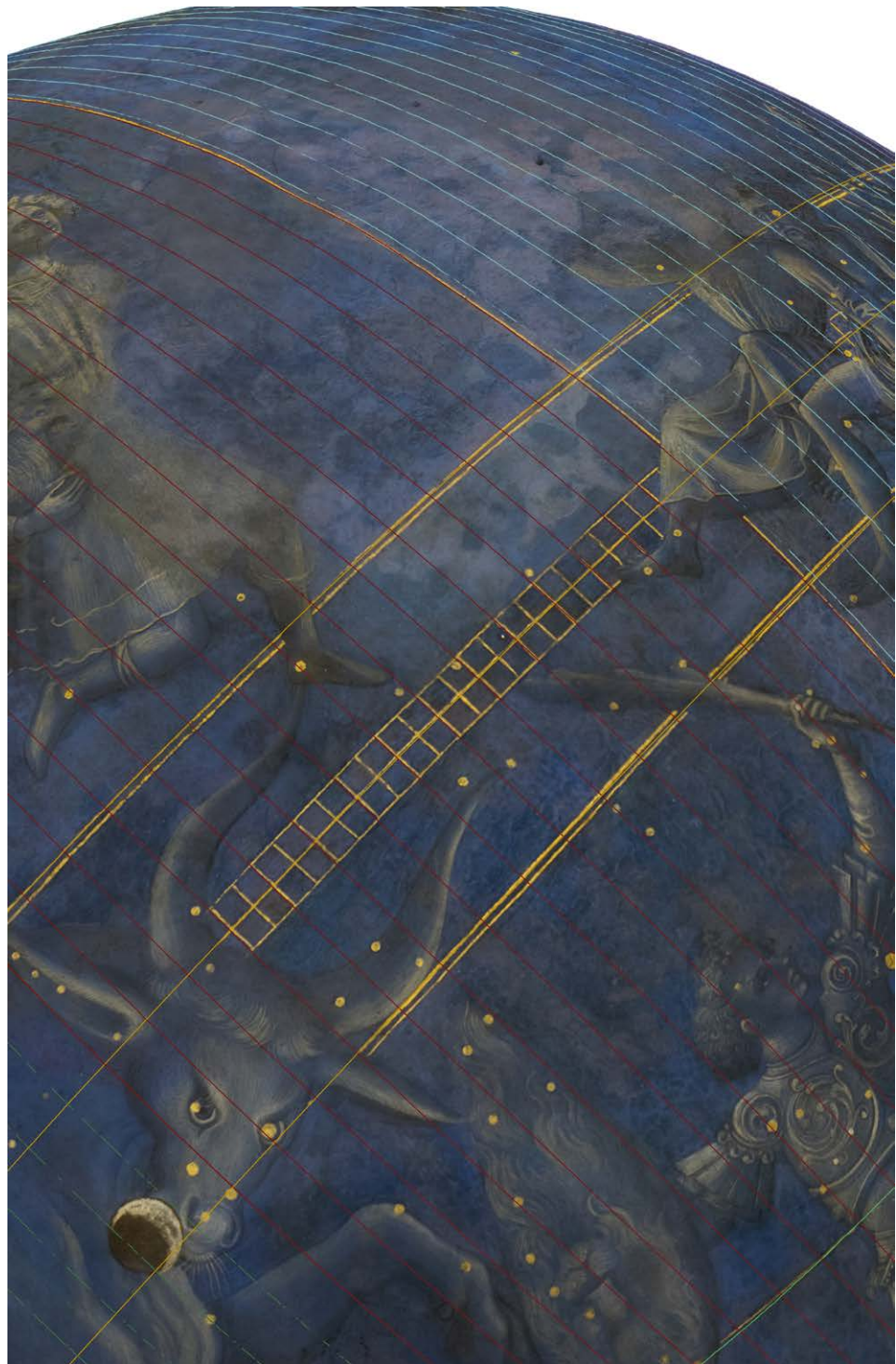


Fig. 10. Vista dall'esterno: dettaglio del modello texturizzato con la traccia del fascio di piani con passo di 2°.

Gli ultimi cerchi che è possibile identificare sono quelli paralleli all'Equatore celeste: il Tropico del Cancro, il Tropico del Capricorno e il Circolo Polare Artico (circolo perpetuo d'apparizione e di sparizione). Questi cerchi (fig. 11) sono stati costruiti nel modello con piani paralleli all'Equatore, visto che la divergenza tra la curva teorica e quella reale è al massimo di 1-1,5 cm [7].

Questa sopra descritta era la struttura della Sfera Celeste all'epoca dell'esecuzione di questo importante dipinto (fig. 12).

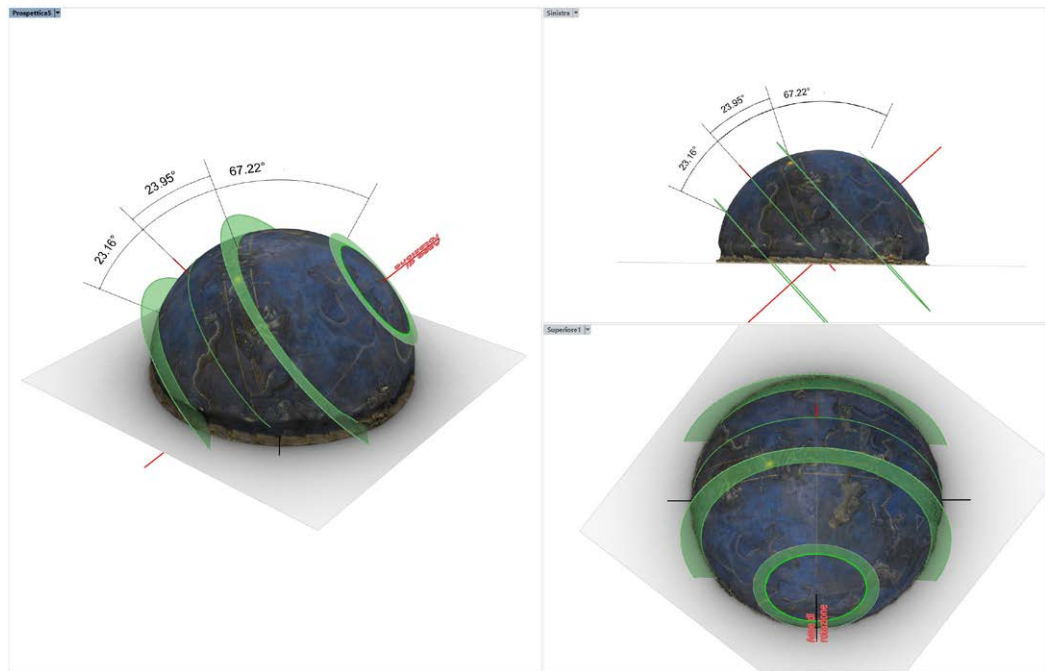


Fig.11. I piani paralleli relativi al Tropico del Cancro, Tropico del Capricorno e Circolo Polare.

In sintesi, queste sono le misure angolari individuate:

- Angolo tra asse di rotazione e Equatore celeste: $89,95^\circ$ ($89^\circ 57'$)
- Angolo tra Coluro Solstiziale e quello del Coluro Equinoziale: $88,65^\circ$ ($88^\circ 39'$)
- Angolo tra Equatore Celeste e Eclittica: $23,95^\circ$ ($23^\circ 57'$)
- Angolo sotteso all'Eclittica: $11,92^\circ$ ($11^\circ 55'$)
- Angolo tra Equatore e Tropico del Cancro $23,95^\circ$ ($23^\circ 57'$)
- Angolo tra Equatore e Tropico del Capricorno $23,16^\circ$ ($23^\circ 9'$)
- Angolo tra i due Tropici diviso 2: $23,52^\circ$ ($23^\circ 30'$)
- Angolo tra Equatore e Circolo Polare $67,22^\circ$ ($67^\circ 13'$)

Si può dunque notare che la metà dell'angolo compreso tra i due piani dei Tropici coincide con il valore dell'inclinazione dell'Eclittica stimato dal Toscanelli.

Un ultimo dato dimensionale che è possibile dare riguarda la lunghezza dell'arco sotteso ad 1° , valore intorno al quale si orientano gli storici per individuare il livello di precisione per le osservazioni possibile in quell'epoca storica (dati gli strumenti utilizzati) [8]. La morfologia della cupola è molto regolare ed è ben approssimabile a una sfera di diametro di 3,96 m. Una sua circonferenza massima misura dunque 12,44 m, di conseguenza la lunghezza dell'arco di 1° è pari a 0,034 m. L'errore massimo nel posizionamento reciproco di alcuni gruppi dei 30 quadrati sull'Eclittica (relativi ai 12 settori zodiacali) è circa pari alla metà di un elemento (mezzo grado), cioè a 1,7 cm.

Infine, un'ultima informazione da considerare riguarda l'orientamento astronomico della sfera celeste dipinta. Non è stato ancora possibile rilevare strumentalmente (per confronto con la posizione del Sole) l'angolo azimutale del piano del Coluro Solstiziale, sostanzialmente coincidente con l'asse longitudinale della Sacrestia. Grazie alle informazioni leggibili dalla nuvola di punti è possibile comunque evidenziare che non si tratta di un orientamento Nord-Sud: il valore dell'Azimut, che possiamo misurare in modo speditivo da Google Earth, è di $+13,5^\circ$ circa (misurato sull'esterno della parete ovest) [9]. La scelta di coloro che immaginarono e realizzarono questo programma fu dunque quella di privilegiare il rapporto compositivo tra assialità della sfera celeste e assialità dello spazio, a discapito della sua coerenza con l'orientamento astronomico.



Fig.12. Vista ortografica della cupola dall'interno: in evidenza sono le circonferenze ricostruite mediante l'intersezione dei piani notevoli con la mesh del modello texturizzato.

Conclusioni

Grazie al rilievo integrato e alle potenzialità della grafica digitale possiamo confermare che la struttura geometrica del cielo dipinto nella scarsella della Sacrestia Vecchia è coerente con il più alto sapere astronomico dell'epoca. L'errore tra la misura teorica e quella realmente dipinta è sempre inferiore al mezzo grado, cioè ad una dimensione di 1,7 centimetri, imprecisione davvero contenuta in un cantiere edile. Si tratta indubbiamente di un disegno di tipo scientifico, realizzato con molta cura e grande precisione, su una superficie sferica di complessa realizzazione. La scrupolosità utilizzata nella realizzazione della griglia celeste lascia presagire un'attenzione altrettanto alta nel posizionamento degli astri. A questo aspetto si dedicherà la ricerca che vede, per gli sviluppi futuri, la collaborazione di vari esperti con competenze interdisciplinari [10].

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Opera Medicea Laurenziana per i permessi accordati e il supporto fornito.

Note

[1] La bibliografia storica sul questo ambiente e sull'intero complesso sacro è molto illustre e ampia. Tra i principali lavori si vedano [Battisti, 1976; Baldini, 1989; Gurrieri, Brandinelli, 1986; Morolli, Ruschi, 1993; Saalman, 1993; Bruschi, 2006; Ruschi, 2017].

[2] Gli atti della giornata di studi sono stati pubblicati in nel numero monografico del *Giornale di Astronomia*, 2023, 4. Tra i saggi si segnalano l'inquadramento generale del tema dei due emisferi fiorentini (Sacrestia Vecchia e Cappella Pazzi) di Gandolfi, le riflessioni sul programma pittorico di Lapi Ballerini, il tema delle misure e dei calcoli astronomici Ranfagni e Bònoli. Nell'ambito della giornata la scrivente ha presentato una ricerca sul tracciamento dei cieli stellati in epoche precedenti, suggerendo l'applicazione della metodologia esposta anche ai due emisferi fiorentini. La proposta si è concretizzata con la campagna di rilievo e la costituzione di un gruppo di ricerca (vedi nota 10), e i primi esiti sono contenuti in questo scritto.

[3] La campagna di rilievo laser scanner è stata eseguita da Cristian Boscaro, Stefano Costantini e Manuela Incerti, con il supporto organizzativo di Piero Ranfagni. Il rilievo fotografico per la fotogrammetria dall'autrice, così come l'elaborazione e la gestione dei dati. Un recente rilievo strumentale è stato realizzato dall'Università degli Studi di Firenze ed è edito in [Bigongiari, 2021]. Il medesimo rilievo (responsabile scientifico prof. Stefano Bertocci) è edito nella Tesi di Dottorato [Bordini, 2021].

[4] «E sebbene tutti i circoli della Sfera siano immaginati come una linea indivisibile, non di meno lo Zodiaco si intende come superficie essendo la sua larghezza 12 dei gradi sopra detti. La linea che divide lo Zodiaco a metà, per cui sei gradi rimangono in una parte e sei dall'altra, si chiama linea Eclittica, perché se il Sole e la Luna sono sotto di essa per l'appunto avvengono le Eclissi di Sole e di Luna, di Sole quando la Luna gli è congiunta nel novilunio, e la Luna si interpone rettamente tra la nostra vista e il corpo solare.» La Sfera di M. Giovanni di Sacrobosco tradotta da Pier Vincenzo Dante de Rinaldi, Perugia, 1574, stamperia di Gio. Bernardino Rastelli. La citazione proviene dal testo edito con commenti da [Sigismondi, 2008, p. 88]. Attualmente si considera l'ampiezza della fascia zodiacale pari a 18°.

[5] Sulla misura dell'obliquità dell'Eclittica calcolata da Tolomeo si vedano [Newton, 1974; Strano, 2007]. All'epoca della realizzazione del dipinto il valore stimato per l'Eclittica era di 23°29' [Fabrizio Bònoli, Giuseppe Bezza, Salvo De Meis, 2012, p. 26]. Che questa misura fosse stata oggetto di ricerca in Firenze è testimoniato dalla lettera del Regiomontano a Giovanni Bianchini riportata in [Vuilleumier, 2000, pp. 608-611]. Nello scritto è citata la declinazione massima del Sole determinata da Tolomeo (23°51'20"). «[...] e ho inteso spesso M. Paolo (Dal Pozzo Toscanelli) di Firenze e D. Battista Alberti dire che si erano impegnati in osservazioni molto accurate e non avevano mai trovato che superasse i 23°30', cosa che ci incoraggia a rinnovare le nostre tavole, intendo le tavole della declinazione e le altre che si appoggiano su queste». La lettera è la risposta a quella del Bianchini datata Ferrara, febbraio 1464.

[6] Anche se abbiamo utilizzato l'asta telescopica Neutech Onair C108 con una fotocamera GoPro Hero 7 Black (12 MP) per catturare immagini dell'imposta della cupola, i risultati ottenuti non sono stati considerati adeguati rispetto al resto delle fotografie. Di conseguenza, abbiamo deciso di escludere queste riprese dalla creazione del modello. Questo significa che non siamo stati in grado di analizzare il piano orizzontale (che è un elemento cruciale per determinare la latitudine del luogo) e, per questa ragione, non sarà affrontato questo tema in questo contributo. Dal rilievo laser scanner è emerso inoltre che la cornice a cordone che delimita la cupola non è perfettamente orizzontale.

[7] L'errore massimo si trova nella zona della costellazione di Cassiopea.

[8] Sul tema della precisione nella misura di oggetti celesti e nelle conseguenze sulla realizzazione di manufatti che li rappresentano si vedano le riflessioni di Bònoli e relativa bibliografia in [Pagliano, Incerti, Bònoli, 2023] e [Bònoli, 2023].

[9] La misura è stata sottoposta ad una prima verifica mediante la posizione della luce solare all'interno dello spazio in relazione alle effemeridi del giorno.

[10] Il gruppo che coordina la ricerca è composto da Fabrizio Bònoli, Filippo Camerota, Giangiaco Gandolfi, Piero Ranfagni, oltre all'autrice. Alla ricerca partecipano inoltre diversi studiosi che hanno contribuito ai lavori della giornata di studi citata in nota 2.

Riferimenti bibliografici

Baldini U. (a cura di). (1989). *Brunelleschi e Donatello nella Sagrestia Vecchia di S. Lorenzo*. Firenze: Il Fiorino.

Battisti E. (1976). *Filippo Brunelleschi*. Milano: Electa.

Bigongiari M. (2021). Il rilievo digitale di una fabbrica del Quattrocento: la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo/Digital Survey of a Building Site of the Fifteenth Century: the Sagrestia Vecchia in San Lorenzo. In Arena A., Arena M., Mediatì D. R. P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies*. pp. 2092–2109. Milano: FrancoAngeli.

Bònoli, F. (1999). Coronelli astronomo e i globi celesti. In M. G. Tavoni (Ed.), *Vincenzo Coronelli, un intellettuale europeo e il suo universo*, pp. 138–161. Bologna: Costa Editore.

Bònoli F. (2023). Per la precisione delle misure. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp. 79–82.

Bordini E. (2021). *Il cielo dipinto nella Sagrestia Vecchia di San Lorenzo a Firenze. La rappresentazione e fruizione virtuale del Patrimonio Culturale* (tesi di dottorato XXXIV ciclo). Università degli Studi di Firenze, tutor Bertocci S.

- Bruschi A. (2006). *Filippo Brunelleschi*. Milano: Electa.
- Bònoli F., Bezza G., De Meis S. (a cura di). (2012). *I Pronostici di Domenico Maria da Novara*. Firenze: Olschki.
- Gandolfi G. (2023). Presentazione: Sunt geminae Caeli portae. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4 , pp.4–9.
- Gurrieri F., Brandinelli P. (a cura di). (1986). *La Sacrestia Vecchia di San Lorenzo*. Firenze: Edam.
- Lapi Ballerini I. (1989). Considerazioni a margine del restauro della 'cupolina' dipinta nella Sagrestia Vecchia. In Cämmerer, M. (a cura di ed.), *Donatello-Studien. Atti del Convegno di Studi*, pp. 102–112. Firenze: Bruckmann.
- Lapi Ballerini I. (2023). Riconsiderando gli Emisferi Celesti. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp. 10–18.
- Manetti A. (1976). *Vita di Filippo Brunelleschi. Preceduta da La novella del grasso*. Milano: Il polifilo.
- Morolli G., Ruschi P. (a cura di). (1993). *San Lorenzo 393-1993. L'architettura, le vicende della fabbrica*. Firenze: Alinea.
- Newton R. R. (1974). The Obliquity of the Ecliptic Two Millenia Ago. In *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 169, n. 2, pp. 331–342. <<https://doi.org/10.1093/MNRAS/169.2.331>>
- Pagliano A., Incerti M., Bònoli F. (2023). Il rilievo digitale del Globo Farnese: alcune nuove considerazioni. In Farroni, L., Incerti, M., Pagliano, A. (a cura di), *Misurare il tempo Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*, pp. 192–213. Limena: libreriauniversitaria.it.
- Ranfagni P. (2023). Il cielo delle cupole astronomiche fiorentine 35 anni dopo la pubblicazione dell'articolo che ne propose per la prima volta la datazione astronomica. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp.23–29. <<https://doi.org/10.19272/202308804004>>
- Ruschi P. (1993). La Sacrestia Vecchia. In Morolli, G., Ruschi, P. (a cura di). *San Lorenzo 393-1993. L'architettura, le vicende della fabbrica*, pp. 41–46. Firenze: Alinea.
- Ruschi P. (2017). Rimeditando sulle fonti brunelleschiane. In Waldman, L. and Gaston, R. (a cura di). *San Lorenzo a florentine church*, pp. 279–292. Firenze: Villa I Tatti, The Harvard University Center for Italian Renaissance Studies.
- Saalman H. (1993). *Filippo Brunelleschi: the buildings*. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press.
- Sigismondi C. (2008). *La sfera: da Gerberto al Sacrobosco*. Roma: Ateneo Pontificio Regina Apostolorum.
- Strano G. (2007). Strumenti alessandrini per l'osservazione astronomica: Tolomeo e la *Mathematike syntaxis*. In *Automata*, n. 2 , pp. 79–92.
- Vasari G. (1568). *Le vite de' piu eccellenti pittori, scultori, et architettori*. Firenze: Giunti.
- Vuilleumier F. (2000). Oriona et istiusmodi signa micantia: l'hémisphère céleste de la Sagrestia Vecchia de San Lorenzo. In Furlan F., Laurens P., Matton S. (a cura di). *Leon Battista Alberti: Actes du Congrès International de Paris ,10-15 avril 1995*, pp. 599–621. Paris: Aragno.

Autrice

Manuela Incerti, Università di Ferrara, icm@unife.it

Per citare questo capitolo: Manuela Incerti (2024). 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. 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. 1509-1532.

The measurements of the Celestial Sphere in the Sacristia Vecchia of San Lorenzo in Florence

Manuela Incerti

Abstract

The Sacristy of San Lorenzo in Florence, designed by Filippo Brunelleschi, likely began construction around 1422. An engraving recalls that in 1428, the year of the death of its patron, Giovanni d'Averardo dei Medici, the lantern was completed at the top of the famous umbrella dome of the main space. A small altar is located in the apse covered by a hemispherical surface with a diameter of about 4 meters, adorned with a complex and enigmatic pictorial apparatus. The painting reproduces only half of the celestial sphere, the theoretical model developed by astronomers to represent the position and movement of the stars and planets. Its fundamental elements are traced by a series of golden geometric lines, and it also features fascinating iconographies of constellations, the Sun, the Moon, and some planets. Distinguished researchers have undertaken the study of this unusual object, singularly placed in a sacred context, to identify its astronomical data and their significance. The paper presents the initial results of the research, which began with instrumental surveying (laser scanning and photogrammetry) aimed at investigating the geometry of the dome, its measurements, the system of tracing the golden lines, and the level of precision of the creators and craftsmen.

Keywords

digital survey, celestial sphere, cultural astronomy, geometry, Renaissance



Detail of the zodiacal band in the Sacrestia Vecchia.

Introduction

This paper aims to conduct a new analysis of the hemispherical surface of the apse of the Sacrestia Vecchia (fig. 1) in the Basilica of San Lorenzo (Florence), based on data processed through a recent integrated digital survey (laser scanner and photogrammetric). By measuring the significant elements of the celestial sphere represented here, the objective is to estimate the degree of precision used by the creators, with the aim of providing historians of astronomy with new data that can be utilized for interpreting the celestial configuration. Thanks to the position of the Sun, the Moon, and the celestial bodies identified as planets, several scholars have, since the early 20th century, formulated hypotheses regarding the year, day, and hour commemorated in this painting. However, the precision of the executors, often cited by researchers, has never been confirmed through measurements of the entire system.

No documents have yet been found that definitively attest to the date of the conception of the pictorial program of the astronomical hemisphere or the names of its authors [1]. However, some information is available about the structure containing this artistic work, which allows for the identification of a useful period for discussion. Pietro Ruschi reports that archival research identified 1422 as the year when construction began, based on a project by Filippo Brunelleschi [Ruschi, 1993, p. 41]. A couple of engraved dates and some documentary evidence make it possible to identify a period during which historians agree to place the building and its main elements. The inscription at the base of the lantern indicates that it was completed in 1428, while the altar bears the date 1432. Giovanni d'Averardo dei Medici (1386-1428), Cosimo's father, died on February 20, 1428, and, citing this death, Giorgio Vasari notes that the sacristy's roofing was completed around that time ("Non fu finita di coprire la sagrestia, che Giovanni de' Medici passò a l'altra vita, e rimase Cosimo suo figliuolo." [Vasari 1568, p. 319]). Consequently, some finishing works of the space, mentioned by Vasari, must be attributed to Cosimo: the stucco decorations, the stone portals, the bronze doors, the well, and the lavabo in the small room to the left of the apse, as well as the funeral monument of his father located in the center of the room [Vasari 1568, p. 319]. Isabella Lapi Ballerini has revived the hypothesis that the artistic part of the program may be attributable to the painter Giuliano d'Arrigo, known as the "Pesello" [Lapi Ballerini 1989]. For the conception and realization of the geometric structure underlying the astronomical



Fig. 1. View of the painted dome with the astronomical theme.

drawing, the name of the astronomer Paolo dal Pozzo Toscanelli (Florence, April 21, 1397 - Pisa, May 10, 1482) has been proposed multiple times, whose connections with Filippo Brunelleschi (Florence, 1377 - Florence, April 15, 1446) are documented [Manetti 1976, p. 70]. In a recent Study Day organized within the framework of the XXI Convegno della Società di Archeoastronomia Italiana, with the participation of the Galileo Museum, the state of the art and possible developments of the research were discussed. The outcomes of these works have been published in a special issue of the *Giornale di Astronomia* journal [2].

The survey

The metric survey was carried out with two Faro Focus laser scanners (X330 and S70) [3] in February 2023. The use of the two different devices was necessary due to the limited time available, given the constant presence of tourists in this monumental space throughout the day. A total of 74 scans were performed, almost all including color data, covering the interior, part of the church transept, the access staircase to the attic, and the roofs up to the top of the lantern. Additionally, some scans were performed in the external courtyard surrounding the Sacristy to connect the interior and exterior.

The registration was done using Scene 2022.2.0, software, producing a point cloud (fig. 2) containing 1.586 million points (with point density homogenization set to 1.5 mm). Within this environment, the data was exported in various formats necessary for the research (.e57 for integration with digital photogrammetry data and .rcp for graphic analysis and CAD environment restitution).

The photogrammetric survey was carried out with a Nikon D5300 DSLR camera on a tripod (41 raw shots, aperture F/8, ISO 200, 12MP resolution). The processing was done using Metashape 2.0.3 software, integrating data from the registration of scans (42 million points for the Scarsella area alone) with the photogrammetry data to manage the transformation and orientation phase (fig. 3). The point cloud obtained in this phase (for the painted hemisphere alone) consists of 24.5 million points, while the generated mesh comprises 6.2 million faces. The texture, processed using adaptive orthophoto mapping, has a size of 16.000 pixels per side.

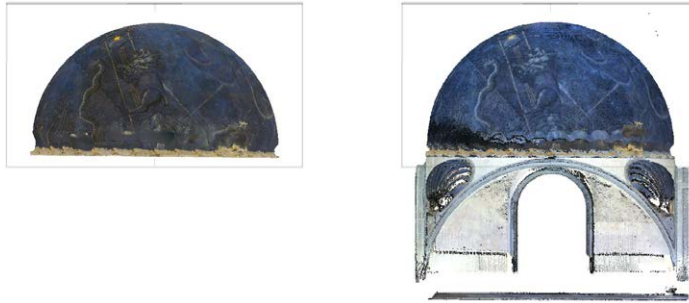
In the context of this research, it is noteworthy that the mesh from the photogrammetric data, compared to that of the laser scanner, has a level of detail that allows it to describe the three-dimensionality of the painted lines, as well as certain elements like the Sun and the Moon (fig. 4).



Fig. 2. View of the point cloud from the survey.

Orthographic

Snap: Axis, 3D



faces: 6,233,399 vertices: 3,120,466



Fig. 3. On the left, view of the point cloud processed through photogrammetry; on the right, its overlay with the point cloud from the laser scanning survey (Agisoft Metashape).

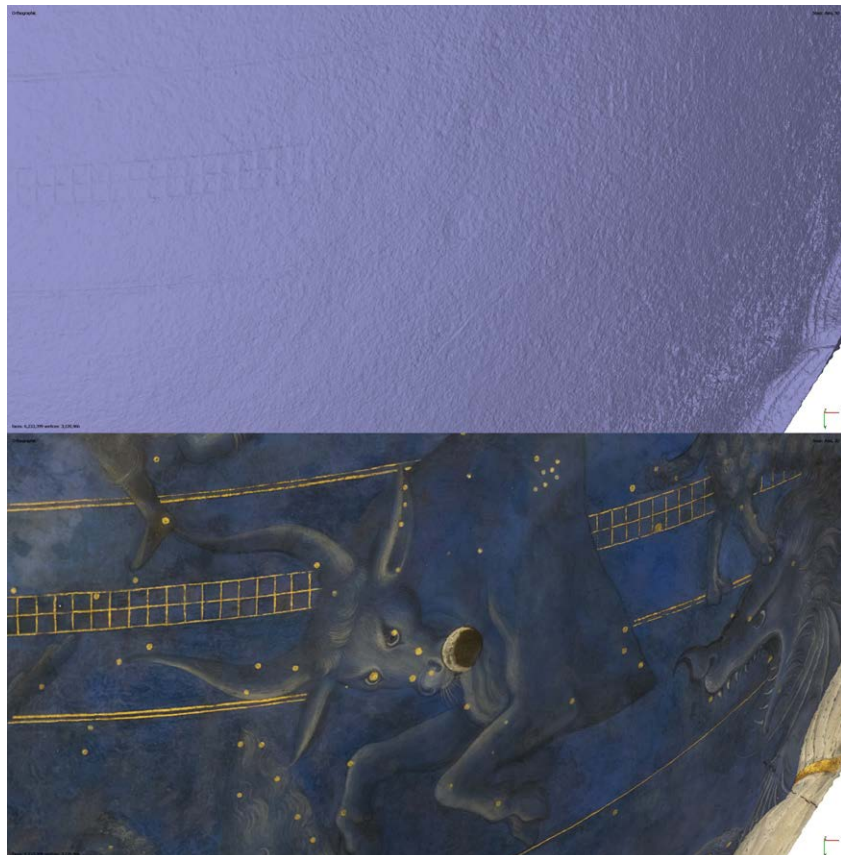


Fig. 4. The mesh retains a very high level of detail, as can be seen from the three-dimensional rendering of the golden lines.

Once the model was obtained from the photogrammetric process, it was possible to export it for metric and geometric analysis.

The analysis and measurements

The painting reproduces only half of the celestial sphere, the theoretical model on which it is possible to represent the position of stars and planets (fig. 5).

The golden geometric lines, traced by the artists with extreme care and precision, are the intersections of notable planes with the surface of the sphere. The plane of the celestial equator is described by just half of the maximum circumference. When observing the sky on a starry night, this plane is identifiable by a curve extending in the east-west direction, dividing the sphere into two parts: the Northern Hemisphere (to the north) and the Southern Hemisphere (to the south) (fig. 6). In the case of this artefact, the majority of the painted surface is dedicated to describing the Northern Hemisphere (fig. 7). It should be emphasized that the celestial sphere is represented as seen from the inside, contrary to the custom of the time which showed it as seen from the outside [Bònoli, 1999, p. 39]. For the purpose of using the model and processing images for publication, the viewpoint has been placed outside to have a better visibility of the surfaces.

The axis of the apparent rotation of the sky, by definition, is perpendicular to the plane of the equator. Its geometry has been determined through the intersection of two other important mutually orthogonal planes: the plane of the solstitial colure and that of the equinoctial colure (fig. 8).

The Ecliptic is at the center of a richly decorated area: the zodiacal belt, whose width in antiquity was estimated to be about 12° [4], the same measure that we can find in this artefact. Its inclination to the plane of the Equator, according to Ptolemy is $23^\circ 51' 20''$, while the value attributed to Paolo Dal Pozzo Toscanelli is $23^\circ 30'$ [5]. The division of this belt into 12 parts of 30° identifies the areas of the sky occupied by the zodiacal constellations (fig. 9).



Fig. 5. External view of the painted hemisphere, obtained by cutting a horizontal plane.

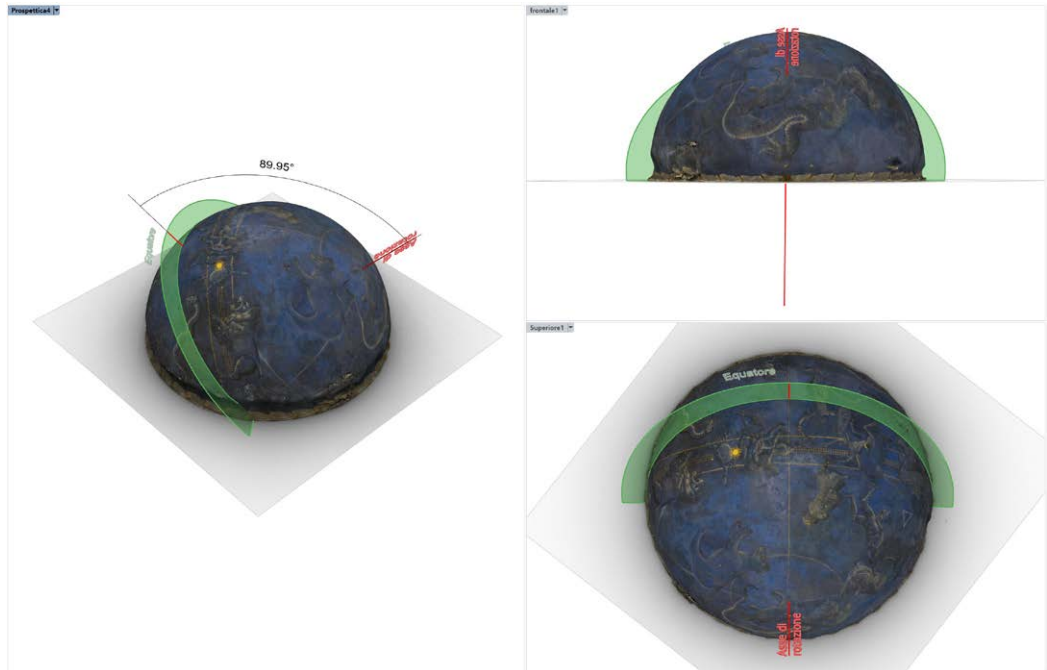


Fig. 6. The plane of the celestial equator and the angle measured between this and the axis of rotation of the sphere.



Fig. 7. Interior view: the celestial equator divides the sphere into two parts; here, the part of the sphere corresponding to the Northern Hemisphere is predominantly represented.

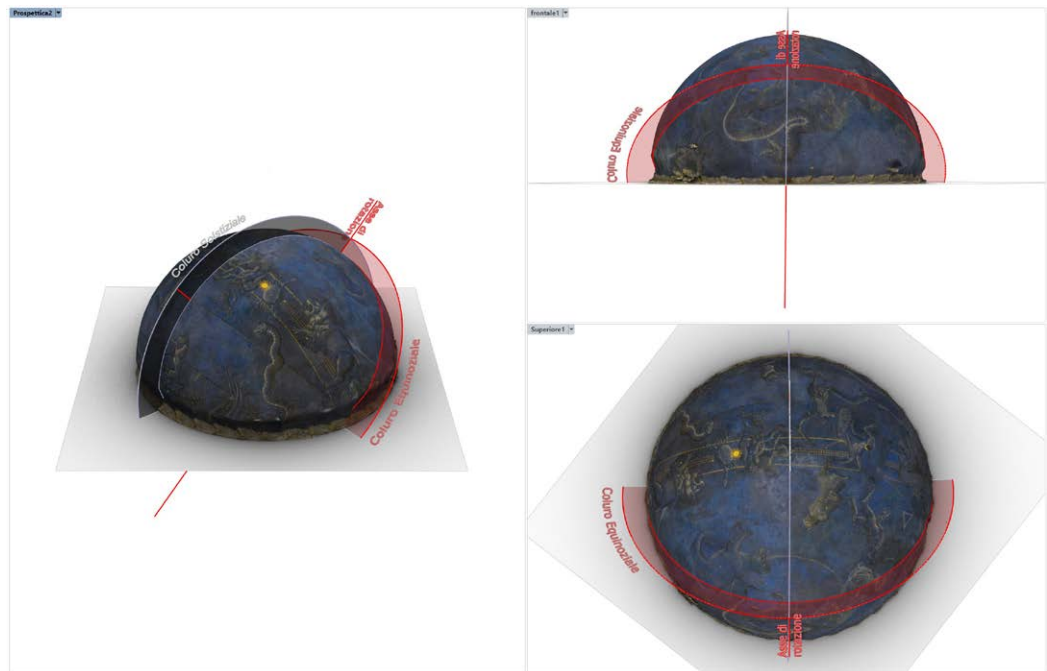


Fig. 8. The planes of the two solstitial and equinoctial colures.

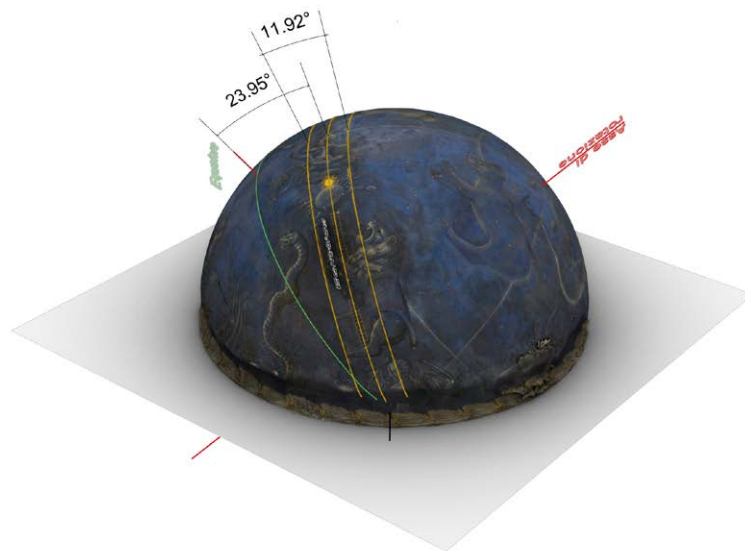


Fig. 9. The ecliptic band and its inclination with respect to the plane of the equator.

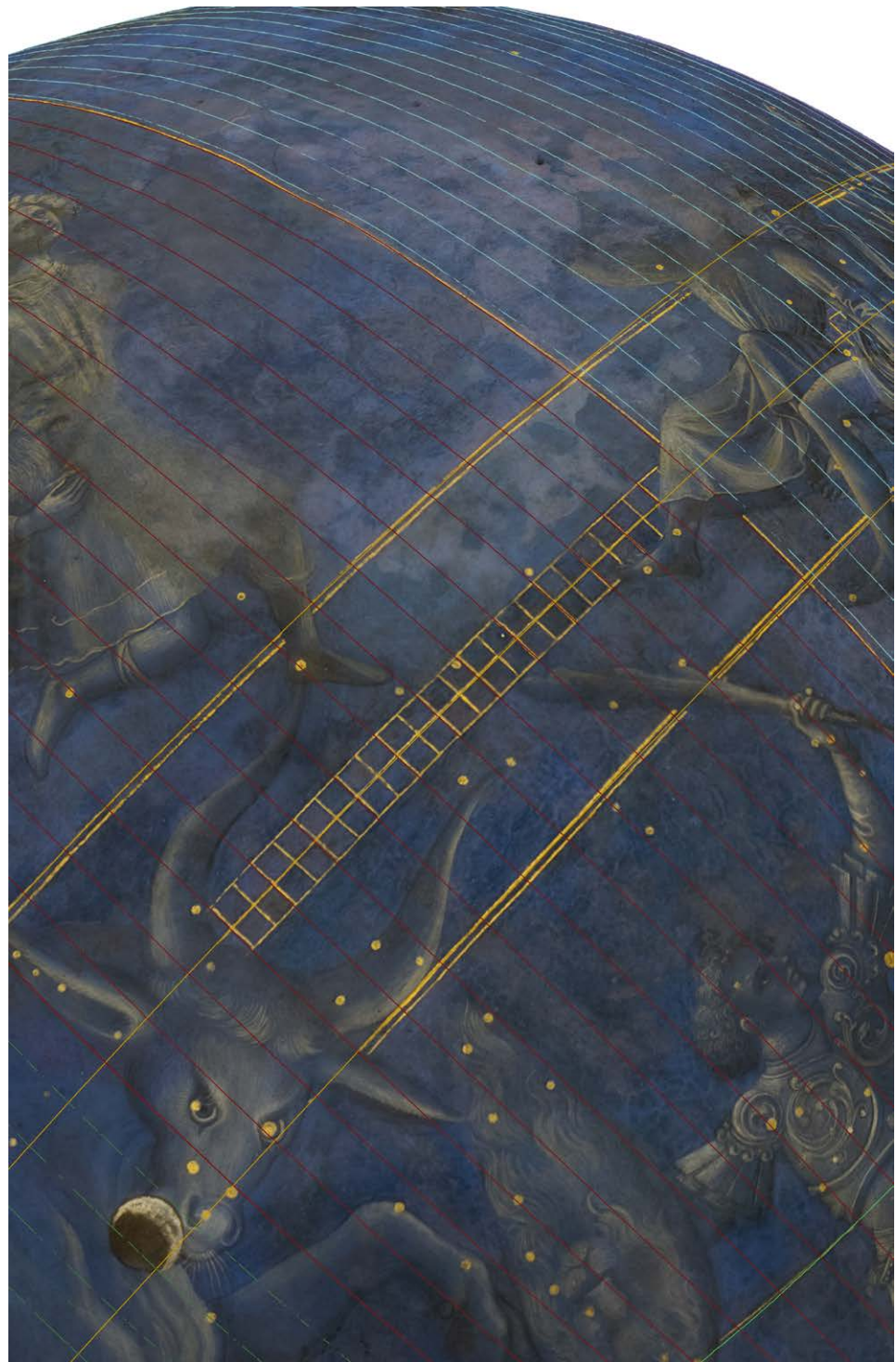


Fig. 10. External view: detail of the textured model with the trace of the plane beam at 2° intervals.

The golden line of the Ecliptic is flanked by small squares that indicate the size of 1°. This division into degrees is very rigorous, as can be seen from the geometric reconstruction with a step of 2° (fig. 10). The small inaccuracies are not in the geometry of the squares, but in the mutual placement of the 30-degree groups, probably due to interruptions in the geometric design determined by the figures of the constellations [6].

The last circles that can be identified are those parallel to the Celestial Equator: the Tropic of Cancer, the Tropic of Capricorn, and the Arctic Circle (perpetual circle of appearance

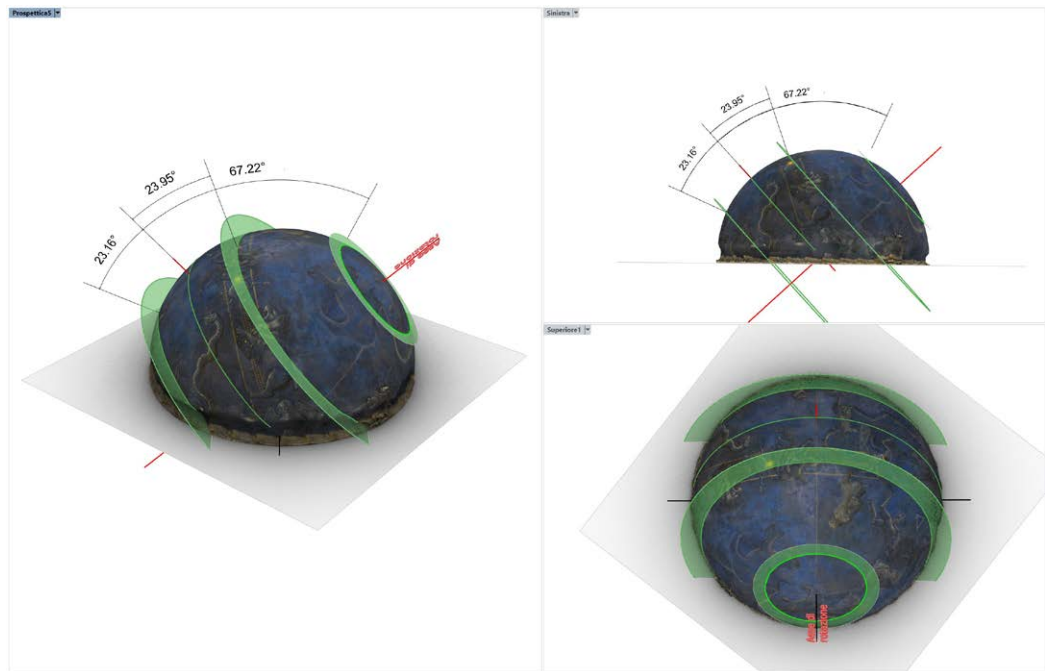


Fig. 11. The parallel planes related to the Tropic of Cancer; Tropic of Capricorn, and Arctic Circle.

and disappearance). These circles (fig. 11) were constructed in the model with planes parallel to the Equator, given that the discrepancy between the theoretical and actual curve is at most 1-1,5 cm [7].

The structure described above was the Celestial Sphere at the time of execution of this important painting (fig. 12).

In summary, these are the angular measurements identified:

- Angle between the axis of rotation and the Celestial Equator: $89,95^{\circ}$ ($89^{\circ} 57'$)
- Angle between the Solstitial Colure and the Equinoctial Colure: $88,65^{\circ}$ ($88^{\circ} 39'$)
- Angle between the Celestial Equator and the Ecliptic: $23,95^{\circ}$ ($23^{\circ} 57'$)
- Angle subtended by the Ecliptic: $11,92^{\circ}$ ($11^{\circ} 55'$)
- Angle between the Equator and the Tropic of Cancer: $23,95^{\circ}$ ($23^{\circ} 57'$)
- Angle between the Equator and the Tropic of Capricorn: $23,16^{\circ}$ ($23^{\circ} 9'$)
- Angle between the two Tropics divided by 2: $23,52^{\circ}$ ($23^{\circ} 30'$)
- Angle between the Equator and the Arctic Circle: $67,22^{\circ}$ ($67^{\circ} 13'$).

It can be noted that half of the angle between the two planes of the Tropics coincides with the value of the inclination of the Ecliptic estimated by Toscanelli.

A final dimensional datum that can be provided concerns the length of the arc subtended by 1° , a value around which historians orient themselves to determine the level of precision for observations possible in that historical period (given the instruments used) [8]. The morphology of the dome is very regular and can be well approximated to a sphere with a diameter of 3,96 meters. Its maximum circumference measures therefore 12,44 meters, consequently the length of the 1° arc is equal to 0,034 meters. The maximum error in the mutual positioning of some groups of the 30 squares on the Ecliptic (related to the 12 zodiacal sectors) is about half of an element (half a degree), that is 1,7 centimeters.

Finally, one last piece of information to consider concerns the astronomical orientation of the painted celestial sphere. It has not yet been possible to instrumentally detect (for comparison with the position of the Sun) the azimuthal angle of the plane of the Solstitial Colure, essentially coinciding with the longitudinal axis of the Sacristy. However, thanks to the information readable from the point cloud, it is possible to highlight that it is not oriented



Fig.12. Orthographic view of the dome from the interior: highlighted are the circumferences reconstructed by intersecting the notable planes with the mesh of the textured model.

North-South: the value of the Azimuth, which can be quickly measured from Google Earth, is approximately $+13,5^\circ$ (measured on the outside of the west wall) [9]. The choice of those who imagined and realized this program was therefore to privilege the compositional relationship between the axially of the celestial sphere and the axially of the space, at the expense of its coherence with the astronomical orientation.

Conclusion

Thanks to the integrated survey and the potential of digital graphics, we can confirm that the geometric structure of the sky painted in the Scarsella of the Sacrestia Vecchia is consistent with the highest astronomical knowledge of the time. The error between the theoretical measurement and the actual painting is always less than half a degree, which is a dimension of 1.7 centimeters, a truly minimal error for a construction site. It is undoubtedly a scientifically designed drawing, created with great care and precision, on a spherical surface of complex construction. The meticulousness used in creating the celestial grid suggests an equally high attention to the positioning of the stars. This aspect will be the focus of research that sees, for future developments, the collaboration of various experts with interdisciplinary skills [10].

Credits

We thank the Opera Medicea Laurenziana for the permissions granted and the support provided.

Note

[1] The historical bibliography on this environment and the entire sacred complex is very illustrious and extensive. Among the main works, we find [Battisti, 1976; Baldini, 1989; Gurrieri, Brandinelli, 1986; Morolli, Ruschi, 1993; Saalman, 1993; Bruschi, 2006; Ruschi, 2017].

[2] The proceedings of the study day were published in a monographic issue of the *Giornale di Astronomia*, 2023, 4. Among the essays, noteworthy are the general framing of the theme of the two Florentine hemispheres (Sagrestia Vecchia and Cappella Pazzi) by Gandolfi, reflections on the pictorial program by Lapi Ballerini, the theme of measurements and astronomical calculations by Ranfagni and Bònoli. Within the framework of the study day, the undersigned presented research on the tracing of starry skies in previous epochs, suggesting the application of the methodology also to the two Florentine hemispheres. The proposal materialized with the survey campaign and the establishment of a research group (see note 10), and the initial findings are contained in this document.

[3] The laser scanner survey was conducted by Cristian Boscaro, Stefano Costantini, and Manuela Incerti, with organizational support from Piero Ranfagni. The photographic survey for photogrammetry was carried out by the author, as well as the processing and management of all the data. A recent instrumental survey was conducted by the University of Florence and is published in [Bigongiari, 2021]. The same survey (scientific supervisor Prof. Stefano Bertocci) is published in the doctoral thesis [Bordini, 2021].

[4] «E sebbene tutti i circoli della Sfera siano immaginati come una linea indivisibile, non di meno lo Zodiaco si intende come superficie essendo la sua larghezza 12 dei gradi sopra detti. La linea che divide lo Zodiaco a metà, per cui sei gradi rimangono in una parte e sei dall'altra, si chiama linea Eclittica, perché se il Sole e la Luna sono sotto di essa per l'appunto avvengono le Eclissi di Sole e di Luna, di Sole quando la Luna gli è congiunta nel novilunio, e la Luna si interpone rettamente tra la nostra vista e il corpo solare.» La Sfera di M. Giovanni di Sacrobosco tradotta da Pier Vincenzo Dante de Rinaldi, Perugia, 1574, stamperia di Gio. Bernardino Rastelli. The quote comes from the text edited with comments by [Sigismondi, 2008, p. 88]. Currently, the width of the zodiacal belt is considered to be 18°.

[5] On the measurement of the obliquity of the Ecliptic calculated by Ptolemy, see [Newton, 1974; Strano, 2007]. At the time of the painting's creation, the estimated value for the Ecliptic was 23°29' [Fabrizio Bònoli, Giuseppe Bezza, Salvo De Meis, 2012, p. 26]. That this measurement was a subject of research in Florence is evidenced by the letter from Regiomontanus to Giovanni Bianchini reported in [Vuilleumier, 2000, pp. 608-611]. In the text, the maximum declination of the Sun determined by Ptolemy (23°51'20") is mentioned. «[...] e ho inteso spesso M. Paolo (Dal Pozzo Toscanelli) di Firenze e D. Battista Alberti dire che si erano impegnati in osservazioni molto accurate e non avevano mai trovato che superasse i 23°30', cosa che ci incoraggia a rinnovare le nostre tavole, intendo le tavole della declinazione e le altre che si appoggiano su queste». The letter is in response to the one from Bianchini dated Ferrara, February 1464.

[6] Although we used the Neutech Onair C108 telescopic pole with a GoPro Hero 7 Black camera (12 MP) to capture images of the dome's impost, the results obtained were not considered adequate compared to the rest of the photographs. Consequently, we decided to exclude these shots from the model creation. This means that we were unable to analyse the horizontal plane (which is a crucial element for determining the latitude of the location), and therefore, this topic will not be addressed in the paper. Furthermore, from the laser scanner survey, it emerged that the cord frame defining the dome is not perfectly horizontal.

[7] The maximum error is found in the area of the Cassiopeia constellation.

[8] On the theme of precision in measuring celestial objects and its implications for the creation of artefacts representing them, see the reflections by Bònoli and the related bibliography in [Pagliano, Incerti, Bònoli, 2023] and [Bònoli, 2023].

[9] The measurement was initially verified by the position of sunlight inside the space in relation to the ephemeris of the day.

[10] The research group coordinating the study consists of Fabrizio Bònoli, Filippo Camerota, Giangiaco Gandolfi, Piero Ranfagni, in addition to the author. Several scholars who contributed to the conference proceedings cited in note 2 are also involved in the research.

References

Baldini U. (Ed.). (1989). *Brunelleschi e Donatello nella Sagrestia Vecchia di S. Lorenzo*. Firenze: Il Fiorino.

Battisti E. (1976). *Filippo Brunelleschi*. Milano: Electa.

Bigongiari M. (2021). Il rilievo digitale di una fabbrica del Quattrocento: la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo/Digital Survey of a Building Site of the Fifteenth Century: the Sagrestia Vecchia in San Lorenzo. In Arena A., Arena M., Mediatì D. R. P. (Eds.), *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies*. pp. 2092–2109. Milano: FrancoAngeli.

Bònoli, F. (1999). Coronelli astronomo e i globi celesti. In M. G. Tavoni (Ed.), *Vincenzo Coronelli, un intellettuale europeo e il suo universo*, pp. 138–161. Bologna: Costa Editore.

Bònoli F. (2023). Per la precisione delle misure. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp. 79–82.

Bordini E. (2021). *Il cielo dipinto nella Sagrestia Vecchia di San Lorenzo a Firenze. La rappresentazione e fruizione virtuale del Patrimonio Culturale* (tesi di dottorato XXXIV ciclo). Università degli Studi di Firenze, tutor Bertocci S.

Bruschi A. (2006). *Filippo Brunelleschi*. Milano: Electa.

- Bònoli F., Bezza G., De Meis S. (Eds.). (2012). *I Pronostici di Domenico Maria da Novara*. Firenze: Olschki.
- Gandolfi G. (2023). Presentazione: Sunt geminae Caeli portae. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp.4–9.
- Gurrieri F., Brandinelli P. (Eds.). (1986). *La Sacrestia Vecchia di San Lorenzo*. Firenze: Edam.
- Lapi Ballerini I. (1989). Considerazioni a margine del restauro della 'cupolina' dipinta nella Sagrestia Vecchia. In Cämmerer, M. (Ed. ed.), *Donatello-Studien. Atti del Convegno di Studi*, pp. 102–112. Firenze: Bruckmann.
- Lapi Ballerini I. (2023). Riconsiderando gli Emisferi Celesti. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp. 10–18.
- Manetti A. (1976). *Vita di Filippo Brunelleschi. Preceduta da La novella del grasso*. Milano: Il polifilo.
- Morolli G., Ruschi P. (Eds.). (1993). *San Lorenzo 393-1993. L'architettura, le vicende della fabbrica*. Firenze: Alinea.
- Newton R. R. (1974). The Obliquity of the Ecliptic Two Millenia Ago. In *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 169, n. 2, pp. 331–342. <<https://doi.org/10.1093/MNRAS/169.2.331>>
- Pagliano A., Incerti M., Bònoli F. (2023). Il rilievo digitale del Globo Farnese: alcune nuove considerazioni. In Farroni, L., Incerti, M., Pagliano, A. (Eds.), *Misurare il tempo Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*, pp. 192–213. Limena: libreriauniversitaria.it.
- Ranfagni P. (2023). Il cielo delle cupole astronomiche fiorentine 35 anni dopo la pubblicazione dell'articolo che ne propose per la prima volta la datazione astronomica. In *Giornale Di Astronomia*, n. 4, pp.23–29. <<https://doi.org/10.19272/202308804004>>
- Ruschi P. (1993). La Sacrestia Vecchia. In Morolli, G., Ruschi, P. (Eds.), *San Lorenzo 393-1993. L'architettura, le vicende della fabbrica*, pp. 41–46. Firenze: Alinea.
- Ruschi P. (2017). Rimeditando sulle fonti brunelleschiane. In Waldman L., Gaston R. (Eds.). *San Lorenzo a florentine church*, pp. 279–292. Firenze: Villa I Tatti, The Harvard University Center for Italian Renaissance Studies.
- Saalman H. (1993). *Filippo Brunelleschi: the buildings*. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press.
- Sigismondi C. (2008). *La sfera: da Gerberto al Sacrobosco*. Roma: Ateneo Pontificio Regina Apostolorum.
- Strano G. (2007). Strumenti alessandrini per l'osservazione astronomica: Tolomeo e la *Mathematike syntaxis*. In *Automata*, n. 2, pp. 79–92.
- Vasari G. (1568). *Le vite de' piu eccellenti pittori, scultori, et architettori*. Firenze: Giunti.
- Vuilleumier F. (2000). Oriona et istiusmodi signa micantia: l'hémisphère céleste de la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo. In Furlan F., Laurens P., Matton S. (Eds.). *Leon Battista Alberti: Actes du Congrès International de Paris, 10-15 avril 1995*, pp. 599–621. Paris: Arago.

Author

Manuela Incerti, Università di Ferrara, icm@unife.it

To cite this chapter: Manuela Incerti (2024). 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. 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. 1509-1532.