

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in Visual Programming Language | Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister

*Original*

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in Visual Programming Language | Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language / Natta, F.. - ELETTRONICO. - (2023), pp. 1752-1765. (44th International Conference of Representation Disciplines Teachers Congress of Unione Italiana per il Disegno Palermo (IT) 14-16 settembre 2023) [10.3280/oa-1016-c376].

*Availability:*

This version is available at: 11583/2982541 since: 2023-09-28T08:40:04Z

*Publisher:*

FrancoAngeli

*Published*

DOI:10.3280/oa-1016-c376

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



unione italiana disegno

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

*Attraversare Modulare Procedere*  
*Cross Modulate Develop*

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

a cura di/edited by

Mirco Cannella  
Alessia Garozzo  
Sara Morena

FrancoAngeli OPEN ACCESS

disegno

direttore Francesca Fatta  
director Francesca Fatta

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 ICAR/17 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 ICAR / 17 Disegno including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish, ) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

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

## Comitato Scientifico / Scientific Committee

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

## Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

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

# 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](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.

To know more:

[http://www.francoangeli.it/come\\_pubblicare/pubblicare\\_19.asp](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](http://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](http://www.francoangeli.it) and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

## Attraversare Modulare Procedere Cross Modulate Develop

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

Palermo | 14-15-16 settembre 2023  
Palermo | September 14th-15th-16th 2023

a cura di / edited by  
Mirco Cannella, Alessia Garozzo, Sara Morena

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

Programmazione, coordinamento delle attività e  
della redazione conclusiva  
Planning, Coordination of Activities and  
Final Editing  
Vincenza Garofalo

Gestione e controllo dei dati  
Data Management and Control  
Vincenza Garofalo, Francesco Maggio

Istruzione e gestione della piattaforma  
Platform Preparation and Management  
Mirco Cannella

Revisione contenuti / Content Review  
Alessia Garozzo, Sara Morena

Revisione e redazione impaginati  
Layouts Review and Editing  
Vincenza Garofalo

Verifica norme redazionali  
Editorial Rules Review  
Vincenza Garofalo  
(coordinatore/coordinator)  
Fabrizio Agnello  
Fabrizio Avella  
Mirco Cannella  
Francesco Di Paola  
Alessia Garozzo  
Gianmarco Girgenti  
Francesco Maggio  
Sara Morena

Impaginazione / Lay Out  
Laura Barrale  
Mirco Cannella  
Salvatore Damiano  
Eleonora Di Mauro



**Università  
degli Studi  
di Palermo**



**DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
UNIPA**

44° Convegno Internazionale  
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione  
Congresso della Unione Italiana per il Disegno

44<sup>th</sup> 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 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 Vernizzi *Università di Parma*  
Ornella Zerlenga *Università 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 dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e 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**

Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Comitato Promotore / Promoting Committee**

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Alessia Garozzo *Università di Palermo*  
Gianmarco Girgenti *Università di Palermo*  
Laura Inzerillo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
Sara Morena *Università di Palermo*

**Organizzazione e gestione eventi/Events organization and management**

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*

**Organizzazione mostra / Exhibition organisation**

Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
con Costanza Giambruno

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

Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Coordinamento Segreteria Convegno / Conference secretariat coordination**

Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Revisori / Peer Reviewers**

Tomas Abad	Daniele Colistra	Daniela Palomba
Giuseppe Amoruso	Antonio Conte	Sandro Parrinello
Fabrizio Agnello	Luigi Corniello	Maria Ines Pascariello
Marinella Arena	Pierpaolo D'Agostino	Giulia Pellegri
Adriana Arena	Massimo De Paoli	Francesca Picchio
Alessandra Avella	Antonella di Luggo	Manuela Piscitelli
Fabrizio Avella	Edoardo Dotto	Ramona Quattrini
Leonardo Baglioni	Tommaso Emler	Fabio Quici
Marcello Balzani	Maria Linda Falcidieno	Paola Venera Raffa
Laura Baratin	Laura Farroni	Veronica Riavis
Salvatore Barba	Marco Fasolo	Andrea Rolando
Cristiana Bartolomei	Francesca Fatta	Jessica Romor
Alessandro Basso	Marco Filippucci	Luca Rossato
Carlo Battini	Fausta Fiorillo	Daniele Rossi
Paolo Belardi	Vincenza Garofalo	Adriana Rossi
Stefano Bertocci	Fabrizio Gay	Michela Rossi
Marco Giorgio Bevilacqua	Andrea Giordano	Rossella Salerno
Carlo Bianchini	Gianmarco Girgenti	Marta Salvatore
Fabio Bianconi	Maria Pompeiana Iarossi	Cettina Santagati
Matteo Bigongiari	Manuela Incerti	Salvatore Santuccio
Maurizio Bocconcinio	Sereno Marco Innocenti	Marcello Scalzo
Alessio Bortot	Laura Inzerillo	Giovanna Spadafora
Stefano Brusaporci	Alfonso Ippolito	Roberta Spallone
Giovanni Caffio	Elena Ippoliti	Ilaria Trizio
Massimiliano Campi	Pedro Antonio Janeiro	Maurizio Unali
Cristina Candito	Mariangela Liuzzo	Graziano Mario Valenti
Mara Capone	Massimiliano Lo Turco	Michele Valentino
Alessio Cardaci	Alessandro Luigini	Starlight Vattano
Anna Laura Carlevaris	Francesco Maggio	Chiara Vernizzi
Valentina Castagnolo	Pamela Maiezza	Daniele Villa
Santi Centineo	Matteo Flavio Mancini	Marco Vitali
Stefano Chiarenza	Domenico Mediatì	Andrea Zerbi
Pilar Chías	Valeria Menchetelli	Ornella Zerlenga
Emanuela Chiavoni	Alessandra Meschini	Ursula Zich
Massimiliano Ciammaichella	Barbara Messina	
Maria Grazia Cianci	Cosimo Monteleone	
Enrico Cicalò	Anna Osello	
Alessandra Cirafici	Alessandra Pagliano	
Vincenzo Cirillo	Caterina Palestini	

*Si ringraziano il Magnifico Rettore dell'Università di Palermo, prof. Massimo Midiri, e il Direttore del Dipartimento di Architettura, prof. Francesco Lo Piccolo, per il fattivo contributo alla realizzazione del convegno / We thank the Magnifico Rettore of the University of Palermo, prof. Massimo Midiri, and the Head of Department of Architecture, prof. Francesco Lo Piccolo, for their active contribution to the realization of the congress.*

ISBN digital version 9788835155119

Copyright © 2023 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>

12

*Francesca Fatta*

**Prefazione | Preface**

18

*Francesco Maggio*

**Note sulla transizione | Notes on Transition**

34

*Riccardo Migliari* Keynote Speaker

**La prospettiva solida come strumento di analisi delle transizioni tra lo spazio euclideo e lo spazio della rappresentazione | Solid Perspective as a Tool for Analysing Transitions between Euclidean Space and Representation Space**

## ATTRAVERSARE CROSS

60

*Mirco Cannella, Vincenza Garofalo, Alessia Garozzo*

**Attraversare**

**Cross**

70

*Adriana Arena*

**I disegni di Francesco Paolo Labisi per il convento dei padri Crociferi a Noto  
Francesco Paolo Labisi's drawings for the convent of the Crociferi Fathers in Noto**

90

*Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti*

**The Historical Transition of Human Body in Architecture**

97

*Francesco Bergamo*

**Drawing beyond Language and Images: Steps to Olfactory Representations**

106

*Alessio Bortot*

**La carpenteria del legno. Alcune riflessioni sul rapporto tra modello e disegno  
Wood Carpentry. Some Considerations on the Relationship between Model and Drawing**

122

*Giorgio Buratti*

**Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di  
Parquet Deformations  
The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet Deformations Exercises**

139

*Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Javier Bravo*

**Las ciudades y el tiempo: Transiciones en torno a la Catedral de Burgos  
Cities and Time: Transitions around the Burgos Cathedral**

157

*Laura Carlevaris*

**Transitabile/in-transitabile. Il Canale della Manica tra storia e rappresentazione  
Transitable/Intransitable. The English Channel between History and Representation**

177

*Camilla Casonato*

**Archaeology and Natural Sciences. Giovanni Antonio Antolini's Unpublished Texts and Drawings**

186

*Camilla Casonato*

**Art du Trait. Considerations on Double Orthogonal Projection in Medieval Stereotomy**

193

*Santi Centineo*

**"Mi parve pinta de la nostra effige". Alcune note critiche sulla creatività artificiale  
"Mi parve pinta de la nostra effige". Some Critical Notes on Artificial Creativity**

209

*Stefano Chiarenza*

**Spazio a due dimensioni. Grafica assonometrica e ambiguità visiva nell'opera di  
El Lissitzky  
Two-Dimensional Space. Axonometric Graphics and Visual Ambiguity in the Work of El Lissitzky**

227

*Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa*

**Origen de la cartografía científica de los puertos de la Sierra de Guadarrama entre los Sitios Reales  
The Origin of the Scientific Cartography of the Guadarrama Mountain Passes between the Royal Sites**

247

*Emanuela Chiavoni, Gaia Lisa Tacchi*

**Transizioni espressive nell'archivio dei disegni di architettura della scuola romana  
Expressive Transitions in the Archive of Architectural Drawings by the Roman School**

269

*Francesco Cotana*

**Il disegno della transizione. Proposta di una tassonomia della rappresentazione del movimento dell'architettura  
Drawing of the Transition. Proposal for a Taxonomy of Representation of Architecture in Motion**

283

*Salvatore Damiano*

**Transizioni virtuali: studio su un edificio non realizzato di Alberto Legnani a Castelfranco Emilia  
Virtual Transitions: a Study on an Unbuilt Architecture by Alberto Legnani in Castelfranco Emilia**

309

*Raffaella De Marco*

**La rappresentazione info-grafica a supporto dei 'programmi di sviluppo' sul territorio per le agenzie umanitarie  
Info-graphic Representation to Support 'Development Programmes' on the Territory for Humanitarian Agencies**

329

*Jordi de Gispert Hernández, Isabel Crespo Cabillo, Sandra Moliner Nuño*

**La finca Sansalvador de Jujol, un proyecto en continua transformación  
Jujol's Sansalvador Villa, a Project in Continuous Transformation**

349

*Massimo De Paoli, Luca Ercolin*

**La Libreria Nuova del complesso conventuale di San Giuseppe in Brescia  
The New Library of Conventual Complex of San Giuseppe in Brescia**

375

*Edoardo Dotto*

**Euristica dell'errore. La 'Stonehenge ricostruita' di Inigo Jones  
Error Heuristics. Inigo Jones' 'Rebuilt Stonehenge'**

395

*Josep Eixerés Ros, Hugo A. Barros Da Rocha E. Costa*

**Del óleo al Gouache. Los dibujos de Sorolla en Nueva York  
From Oil Painting through Gouache. The Drawings of Sorolla in New York**

413

*Erika Elefante*

**I sistemi impiantistici nel progetto. Un excursus storico dal disegno concettuale al modello digitale  
Plant Systems in Design. A Historical Excursus from Conceptual Drawing to Digital Model**

427

Laura Farroni, Sara Berni

**Itinerari della rappresentazione.** Transizioni tra spazio scenico e pubblico nel teatro partecipativo  
Itineraries of Representation. Transitions between Scenic Space and Public Space in Participative Theatre

447

Giuseppe Felici, Antonio Schiavo

**Disegno come transizione tra storia e progetto:** note su una continuità romana  
Drawing as Transition between History and Design: Notes about a Roman Continuity

467

Emanuele Garbin

**Grandezza:** alcune considerazioni sul concetto di 'Bigness' in Rem Koolhaas  
'Bigness': Notes on the Urban Theory of Rem Koolhaas

485

Fabrizio Gay

**Transizioni al disegno artificiale**  
Transitions to Artificial Drawing

505

Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei, Davide Mezzino, Vittoria Castiglione  
Beyond Letarouilly

516

Pedro Antonio Janeiro, Fabiana Guerriero

**Desenho como Transição: Realidade e A Outra-Realidade**  
Drawing as Transition: Reality and the Other-Reality

532

Pamela Maiezza, Alessandra Tata

**Modeling Historic Architecture:** a Reflection on Representation in the BIM Environment

538

Sofia Menconero, Matteo Flavio Mancini

**Tabulae scalatae:** ritratti anamorfici in transizione  
Tabulae scalatae: Anamorphic Portraits in Transition

558

Alessandra Pagliano

**Tra metamorfosi e anamorfofi:** gli spazi surreali nei dipinti di Rob Gonsalves  
Between Metamorphosis and Anamorphosis: Surreal Spaces in the Paintings of Rob Gonsalves

576

Martino Pavignano

**Fortificazioni alla moderna e rappresentazione:** esempi dalla trattatistica del XVI secolo  
Fortificazioni alla Moderna and Representation: Examples from some 16th Century Treatises

598

Federico Rebecchini

**Shin Takamatsu e l'origine di un disegno**  
Shin Takamatsu and the Origin of a Drawing

614

Salvatore Santuccio

**Lo spazio dell'Annuncio.** Portici, abitazioni, palcoscenici nella pittura italiana tra Trecento e Cinquecento  
The Space of the Annunciation. Porticoes, Rooms, Stages in Italian Painting between the 1300s and 1500s

630

Marcello Scalzo

**Giovanni Antonio Zamarin:** la 'normalità' di un artista  
Giovanni Antonio Zamarin: the 'Normality' of an Artist

646

Pasquale Tunzi

**La metamorfosi comunicativa con Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)**  
The Metamorphosis of Communication Introduced by Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)

662

Michele Valentino, Simone Sanna

**Verso un disegno post-digitale?** Culture figurative nel disegno di architettura contemporaneo  
Towards a Post-Digital Drawing? Figurative Cultures in Contemporary Architectural Drawing

678

Pedro Gabriel Vindrola

**Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities**  
Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities

## MODULARE MODULATE

695

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Gian Marco Girgenti, Manuela Milone

**Modulare**  
Modulate

707

Luis Agustín Hernández, Carla Ferreyra, Barbara Messina

**Processo di digitalizzazione in HBIM per la gestione ampliata del patrimonio culturale.** La Lonja de Zaragoza  
Digitization Process in HBIM for Extended Cultural Heritage Management. The Lonja de Zaragoza

727

Giuseppe Amoroso, Andrea Manti

**Canova digitale:** il potere della copia tra rappresentazione e immaginazione tattile  
Digital Canova: the Power of Copying between Representation and Tactile Imagination

745

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi

**Systematizing Virtual Reconstruction of Lost or Never Built Architectures**

753

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì

**La grotta degli asceti.** Rilievo e analisi dell'eremo di Santa Maria della Stella  
The Cave of the Ascetics. Survey and Analysis of the Hermitage of Santa Maria della Stella

777

Greta Attademo

**Lo spazio narrativo nel romanzo:** dalla descrizione testuale all'illustrazione grafica  
The Narrative Space in the Novel: from Textual Description to Graphic Illustration

793

Leonardo Baglioni, Lucrezia Di Marzio

**Il controllo della forma nelle superfici libere dell'architettura contemporanea**  
Formal Control for Freeform Surfaces of Contemporary Architecture

810

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Filippo Carnacchini, Simona Ceccaroni, Michela Meschini, Chiara Mommi, Giulia Pelliccia, Marco Seccaroni

**Hortus Lizori.** Percorsi didattici sulla rappresentazione del paesaggio  
Hortus Lizori. Educational Paths on the Representation of the Landscape

836

Antonio Bixio, Antonello Pagliuca, Giuseppe D'Angiulli

**Il disegno del 'limite'.** La chiesa della Madonna delle Vergini a Matera tra architettura e paesaggio  
The Drawing of the 'Limit'. The Church of Madonna delle Vergini in Matera between Architecture and Landscape

854

Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto

**Architettura e Musica:** le melodie 'mistiche' del chiostro benedettino dell'Abbazia di San Zeno a Verona  
Architecture and Music: the 'Mystical' Melodies of the Benedictine Cloister of San Zeno Abbey in Verona

876

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

**Il fenomeno delle ferrovie dismesse.** Il di-ségno per descrivere, ricostruire e comunicare  
The Phenomenon of Disused Railways. Drawing for Describe, Reconstruct and Communicate

894

Alessio Cardaci, Pietro Azzola, Jorge Felix Sinani Arcienega, Antonella Versaci

**La digitalizzazione del patrimonio culturale:** la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo  
Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo

913

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo, Tiziana Iazeolla

**Il ponte dell'Isca.** La ri-scoperta di un ponte romano nella media valle del Tammaro  
The Isca Bridge. The Re-Discovery of a Roman Bridge in the Middle Tammaro Valley

937

Valentina Castagnolo, Luisa Eramo, Massimo Leserri, Anna Christiana Maiorano, Martina Minenna, Pasquale Potenza, Gabriele Rossi

**Dinamiche di rappresentazione di un'architettura alla ricerca della sua identità**  
Dynamics of Representation of an Architecture in Search of its Identity

965

*Martina Castaldi*

**Influenza della percezione visiva di Pompei nell'Europa del '700**  
Influence of the Visual Perception of Pompeii in the Europe of the 1700s

979

*Vittoria Castiglione, Maria Belén Trivi*

**Conoscenza e trasmissione del patrimonio urbano romano: Piazza Montanara**  
Knowledge and Transmission of the Roman Urban Heritage: Piazza Montanara

997

*Irene Cazzaro*

**Uncertainty in Hypothetical 3D Reconstructions: Technical, Visual and Cultural 'Transitions'**

1008

*Margherita Cicala*

**Le fortificazioni bastionate capuane. Ricostruzione e rappresentazione degli assetti difensivi**  
Capuan Bastioned Fortifications. Reconstruction and Representation of Defensive Arrangements

1030

*Enrico Cicabò*

**Il disegno delle transizioni e la rappresentazione della cosmografia dello scudo di Achille**  
The Drawing of Transitions and the Representation of the Cosmography of the Shield of Achilles

1050

*Federico Cioli, Serena Liviani*

**La ricostruzione virtuale del progetto ottocentesco di Giuseppe Martelli per Ponte Vecchio a Firenze**  
Virtual Reconstruction of the 19th Century Project by Giuseppe Martelli for Ponte Vecchio in Florence

1067

*Vincenzo Cirillo*

**L'Éléphant triomphal a Parigi: dal disegno di progetto al simbolismo iconico alla ricostruzione virtuale**  
The Éléphant triomphal in Paris: from Design to Iconic Symbolism and Virtual Reconstruction

1089

*Fabio Colonnese, Luca Guerini*

**Modellando Piero. Indagini ricostruttive sulla Madonna del Parto**  
Modelling Piero. Reconstructive Enquires on the Madonna del Parto

1111

*Thomas Guido Comunian, Veronica Fazzina, Alessandro Martinelli, Simone Porro, Antonio Schiavo*

**Il motel Agip di Mario Ridolfi: dall'analisi grafica alla rappresentazione parametrica e immersiva**  
The Agip Motel by Mario Ridolfi: from Graphical Analysis to Parametric and Immersive Representation

1129

*Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia, Raissa Garozzo, Federico Mario La Russa, Gloria Russo, Cettina Santagati*

**Le transizioni del disegno: fondi di archivio e rappresentazione digitale del Teatro Bellini (CT)**  
The Transitions of Design: Archival Funds and Digital Representation of Teatro Bellini (CT)

1153

*Saverio D'Auria, Maria Ines Pascariello, Tomás Enrique Martínez Chao*

**Il digital twin dei siti culturali per l'inclusività e la valorizzazione. Il Castello Aragonese di Ischia**  
Digital Twin of Cultural Sites for Inclusiveness and Promotion. The Aragonese Castle of Ischia

1175

*Angelo De Cicco, Luigi Corniello*

**Silenzi e riflessioni nel villaggio di Shurdhah in Albania**  
Silences and Reflections in the Village of Shurdhah in Albania

1197

*Matteo Del Giudice, Nicola Rimella, Francesca Maria Ugliotti, Guillaume Tarantola, Anna Osello*

**Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno**  
Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing

1211

*Giuseppe Di Gregorio*

**La chiesa di Santa Maria la Vetere a Militello, nella tradizione tra reale e virtuale**  
The Church of Santa Maria la Vetere in Militello, in the Tradition between Real and Virtual

1231

*Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti*

**L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche**  
Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions

1249

*Maria Linda Falcidieno, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti*

**Il segno visivo del ponte Morandi a Genova: transizione di forme e significati**  
The Visual Sign of the Morandi Bridge in Genoa: Transition of Forms and Meanings

1267

*Laura Farroni, Marta Faienza*

**I disegni del progetto di architettura del Novecento: dall'analogico storico alla transizione digitale**  
Architectural Design Drawings of the 20th Century: from Traditional Analogue to Digital Transition

1281

*Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi, Flavia Camagni*

**Skiagraphia, manifestazione proiettiva della transizione temporale del sole sull'architettura**  
Skiagraphia, Projective Manifestation of the Sun's Temporal Transition on Architecture

1301

*Fausta Fiorillo, Corinna Rossi*

**Pitched-Brick Barrel Vaults and Biaxial Cross-Vaults in Egypt's Western Desert**

1310

*Hangjun Fu*

**Reverse modeling per la stampa 3D di complessi monumentali**  
Reverse Modeling for 3D Printing of Monumental Complexes

1330

*Mara Gallo, Simona Scandurra*

**Transizioni artistiche da preservare: street art tra realtà fisica e conservazione digitale**  
Artistic Transitions to be Preserved: Street Art between Physical Reality and Digital Preservation

1352

*Martina Gargiulo, Davide Carleo, Giovanni Ciampi, Michelangelo Scorpio, Pilar Chias Navarro*

**Modelli digitali per la conoscenza dei complessi monumentali spagnoli**  
Digital Models for the Knowledge of Spanish Historical Complex

1370

*Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola*

**Didattica per il disegno degli elementi costruttivi di opere civili ed edili**  
Didactics for the Drawing of Constructive Elements of Civil and Building Works

1388

*Fernanda Gerbis Felli Lacerda*

**Considerazioni sulla produzione teatrale di Gabriele D'Annunzio illustrata da caricature**  
Considerations on the Theatrical Production of Gabriele D'Annunzio Illustrated by Caricatures

1400

*Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro*

**Disegnare, modulare, sentire: mappe psicogeografiche per indagare l'identità della città di Lisbona**  
Drawing, Modulating, Feeling: Psychogeographical Maps to Investigate the Identity of the City of Lisbon

1420

*Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Angelo Lorusso*

**Edu-verse: Designing 3D Learning Environments**  
Edu-verse: Designing 3D Learning Environments

1438

*Maria Pompeiana Iarossi, Daniela Oreni, Fabrizio Banfi*

**Dalle case di carta alle case di pietra. Modulazioni di Pietro Lingeri sul tema della casa per l'artista**  
From Paper Houses to Stone Houses. Modulational by Pietro Lingeri on the Theme of the House for the Artist

1457

*Manuela Incerti, Emanuele Borasio, Stefano Costantini, Gianmarco Mei, Andrea Sardo*

**Casa Romei, museo dei 5 sensi. Un focus sulla vista**  
Casa Romei, Museum of the 5 Senses. A Focus on Sight

1479

*Sereno Marco Innocenti*

**Manet o Pistoletto? Riflettersi nella sala delle Prospettive di Palazzo Calini a Brescia**  
Manet or Pistoletto? Reflecting in the sala delle Prospettive at Palazzo Calini in Brescia

1497

*Federica Itri*

**Documentazione del patrimonio architettonico: il rilievo della chiesa di San Menna a Sant'Agata de' Goti (BN)**  
Documentation of the Architectural Heritage: the Survey of the Church of San Menna in Sant'Agata de' Goti (BN)

1517

*Ali Yaser Jafari, Marianna Calla*

**Shapes and way of inhabiting the excavated architecture: knowledge and comparison of the cave dwellings in Banyan and Matera**

1528

Rossella Laera, Marilena Renne, Paola Parisi

Disegno di nuovi spazi urbani e percorrenze culturali nel patrimonio storico di Stigliano (MT)  
Design of New Urban Spaces and Cultural Itineraries in the Historical Heritage of Stigliano (MT)

1546

Silvia La Placa, Francesca Galasso

Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile  
From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage

1572

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

Documentare e rappresentare bassorilievi e decorazioni per conoscere e valorizzare il patrimonio  
Documenting and Representing Bas-Reliefs and Decorations to Know and Value Heritage

1590

Gennaro Pio Lento

Processi di transizione architettonica e culturale dell'isola di Hydra in Grecia  
Architectural and Cultural Transition Processes on the Island of Hydra in Greece

1612

Gabriella Liva

Transitus Signa. Il complesso monastico medioevale di San Giorgio Maggiore a Venezia  
Transitus Signa. The Medieval Monastic Complex of San Giorgio Maggiore in Venice

1634

Daniel López, Víctor Lafuente, Antonio Álvaro, David Marcos, Marta Martínez, Carlos Hernández

Análisis gráfico del antiguo Cuartel de Caballería de Zamora  
Graphic Analysis of the Old Zamora Cavalry Barracks

1650

Arianna Lo Pilato

Le Fontane del Re: conoscenza e valorizzazione dei monumenti lungo la Strada Regia delle Puglie  
The Fountains of the King: Knowledge and Enhancement of Monuments along the Strada Regia delle Puglie

1664

Adriana Marra

From Survey to Digital Reconstruction. Study of a Roman Fragment of an Ionic Volute

1673

Maria Clara Amado Martins

Lygia Pape. A obra *Tteia I* na Bienal de Veneza e a transição sensível entre linhas e teias  
Lygia Pape. The Work *Tteia I* at the Venice Biennale and the Sensitive Transition between Lines and Webs

1687

Silvia Masserano

Dai disegni analogici all'esplorazione in ambiente immersivo: la Stazione Auto-corriere di U. Nordio  
From Analogue Drawings to Exploration in Immersive Environment: the Bus Station of U. Nordio

1709

Valeria Menchetelli, Cosimo Monteleone

Archetipi della transizione: il *Viaggio al centro della Terra* di Jules Verne  
Archetypes of Transition: Jules Verne's *Journey to the Centre of the Earth*

1729

Riccardo Miele

Approcci multi-scalari per descrivere e comunicare il patrimonio campanario di Napoli  
Multi-scalar Approaches to Describe and Communicate the Belfry Heritage of Naples

1745

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Architecture Analysis by the Comparative Method

1752

Fabrizio Natta

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language*  
Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language

1766

Claudia Naz-Gómez, Manuel de-Miguel-Sánchez, Alberto Lastra-Sedano

Transición desde el cuadrado a la elipse. La cripta barroca del Convento de San Francisco de Guadalupe  
Transition from the Square to the Ellipse. The Baroque Crypt of the Convent of San Francisco in Guadalupe

1784

Caterina Palestini, Lorenzo Pellegrini

Le transizioni del progetto nei disegni degli archivi di architettura  
The Transitions of the Project in the Drawings of the Archives of Architecture

1806

Sandro Parrinello

Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio  
Documenting a Cultural Route through Landscape Representation and Materialisation Procedures

1824

Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele

AI Text-To-Image for the Representation of Treaties Texts. The Case Study of *Le Vite* by Vasari

1832

Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, Giulia Porcheddu

Disegnare un sistema informativo 3D per la promozione della rotta culturale di Jaime I a Valencia  
Designing a 3D Information System for the Promotion of the Cultural Route of Jaime I in Valencia

1858

Marta Pileri

Dall'illustrazione alla realtà immersiva: l'evoluzione del *visual journalism*  
From Illustration to Immersive Reality: the Evolution of Visual Journalism

1874

Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella

Modellazione parametrica delle gemme dall'*Encyclopedie*. Analisi geometrica e criticità morfologiche  
Parametric Modeling of Gemstone from the *Encyclopedie*. Geometric Analysis and Morphological Problems

1896

Manuela Piscitelli

La dimensione visuale dei nativi digitali  
The Visual Dimension of Digital Natives

1918

Lorella Pizzonia

La Chiesa di Piedigrotta a Pizzo. Due modalità di rappresentazione per guardare attraverso  
The Church of Piedigrotta in Pizzo. Two Modes of Representation to Look through

1938

Marta Quintilla-Castán, Luis Agustín-Hernández

Un sistema de gestión de código abierto para el inventario del patrimonio de estilo Gótico Mediterráneo  
An Open Source Heritage Management System for the Inventory of the Mediterranean Gothic Style

1954

Giovanni Rasetti

Disegnare l'invisibile, il paesaggio. Esperimenti con intelligenza artificiale *text to image*  
Drawing the Invisible, the Landscape. Experiments with Artificial Intelligence Text to Image

1970

Veronica Riavis

Geometrie e transizioni dal paesaggio all'architettura: l'abitare a Lignano per Marcello D'Olivo  
Geometries and Transitions from Landscape to Architecture: Living in Lignano by Marcello D'Olivo

1986

Francesca Ronco, Enrico Pupi

Dalla pianta al volume: transizioni e trasformazioni geometriche del cerchio nell'architettura di Mario Botta  
From Plan to Volume: Transitions and Geometric Transformations of the Circle in Mario Botta's Architecture

2002

Luca Rossato

Do Students Dream of Electronic Worksheets? The 'Grade Runner' Dilemma

2009

Marta Salvatore

Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche  
Geometries in Motion in Kinetic Architecture

2025

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tra tradizione e innovazione: geometrie e sviluppo del campanile a maggiore elevazione  
Between Tradition and Innovation: Geometry and Development of the Bell Tower with higher Elevation

2045

Nicoletta Sorrentino

**Dai transatlantici alle navi da crociera: comunicazione visiva e corporate image tra analogico e digitale**  
From Ocean Liners to Cruise Ships: Visual Communication and Corporate Image between Analogue and Digital Modes

2063

Roberta Spallone, Marco Vitali, Valerio Palma, Laura Ribotta

**Fra spazio fisico e digitale: ricostruzione e comunicazione del complesso del Castello di Mirafiori**  
Between Physical and Digital Space: Reconstruction and Communication of the Castello di Mirafiori Complex

2085

Francesco Stilo

**Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Casi studio in Calabria**  
Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Case Studies in Calabria

2107

Ilaria Trizio, Francesca Savini

**L'ultima dimora di Pino Zac: documentazione e valorizzazione digitale di uno studio d'artista**  
The Last Home of Pino Zac: Documentation and Digital Enhancement of an Artist's Studio

2129

Starlight Vattano

**Ca' Venier e ponte dell'Accademia nel 1985. Tre immagini transitorie**  
Ca' Venier and Ponte dell'Accademia in 1985. Three Transitional Images

2151

Marco Vedò

**Imaging the Cultural Landscapes of Remote Areas. Storytelling, Fragilities and Future Scenarios**

2162

Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska

**Un'installazione di video mapping per la valorizzazione del Teatro Farnese di Parma**  
Video Mapping Installation for the Valorization of the Farnese Theatre in Parma

2180

Ursula Zich

**Transizioni comunicative nella narrazione dell'Italia oltre ai suoi confini (1924-1929)**  
Communicative Transitions on Italy's Telling beyond its Borders (1924-1929)

## PROCEDERE DEVELOP

2198

Francesco Di Paola, Laura Inzerillo, Sara Morena

**Procedere**  
Develop

2208

Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballester, Aurelio Vallespin Muniesa

**Arte fluido come proceso creativo para los murales de una residencia en Teruel**  
Fluid Art as a Community Creative Process for Teruel Nursing Home Murals

2223

Alessio Altadonna

**Messina ricostruita in pietra artificiale: la grafica di palazzo Mariani per il progetto di restauro**  
Messina Rebuilt in Artificial Stone: the Graphics of Palazzo Mariani for the Restoration Project

2244

Sara Antinozzi, Marco Limongiello, Laura A. Lopresti, Salvatore Barba

**Progetto e ottimizzazione di processi image-based per acquisizioni a scala di dettaglio**  
Design and Optimisation of Image-Based Processes for Detail-Scale Acquisitions

2260

Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino

**Verso la modellazione informativa per il progetto di restauro. Il Teatrino di Corte della Reggia di Portici**  
Toward Information Modeling in Restoration Projects. The Court Theater of the Royal Palace of Portici

2280

Martina Attenni, Maria Laura Rossi

**Riflessioni sulla rappresentazione della tipologia architettonica. Transizioni tra epoche e arti**  
Reflections on the Representation of Architectural Typology. Transitions between Eras and Arts

2304

Marcello Balzani, Federica Maietti, Fabiana Raco, Francesco Viroli, Gabriele Giau

**Il transitare della memoria. Quando il tempo trasforma gli oggetti per un nuovo spazio**  
Memory Transitions. As Time Turns Objects into New Space

2320

Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi

**L'opera Elba di Pietro Consagra: nuovi paradigmi analitico-documentali per l'intervento di restauro**  
Pietro Consagra's Artwork *Elba*: New Analytical-Documentary Paradigms for Restoration Intervention

2342

Roberto Barni, Carlo Bianchini, Marika Griffò, Carlo Inglese

**Lo spazio rivelato: la Sagrestia Nuova tra rilievo e rappresentazione**  
The Unveiled Space: the Sagrestia Nuova between Survey and Representation

2358

Cesare Battelli, Alessandra Grafici, Ornella Zerlenga

**Transizioni digitali: artefatti dalle macchine intelligenti. Riflettendo con Cesare Battelli**  
Digital Transitions: Artefacts from Intelligent Machines. Considerations with Cesare Battelli

2380

Carlo Battini

**Intelligenza artificiale tra scienza e creatività. Casi studio nelle arti visive**  
Artificial Intelligence between Science and Creativity. Case Studies in the Visual Arts

2394

Paolo Belardi

**L'invenzione dei percorsi pedonali meccanizzati. Dalla città delle automobili alla città dei pedoni**  
The Invention of Mechanized Pedestrian Paths. From the City of Cars to the City of Pedestrians

2414

Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari

**Remote sensing e rilievo architettonico per il restauro della moschea Al Raabiya a Mosul (Iraq)**  
Remote Sensing and Architectural Survey for the Restoration of the Al Raabiya Mosque in Mosul (Iraq)

2431

Noemi Bitterman, Giovanna Ramaccini, Angelica Ravanelli

**HeterOffice. Concept progettuale per una postazione di lavoro flessibile nello spazio domestico**  
HeterOffice. Design Concept for a Flexible Workstation in the Domestic Space

2445

Cecilia Bolognesi, Domenico D'Uva

**Multiscalar Digital Twin. Step Representation towards Urban Multiverse**

2454

Emanuela Borsci, Angela Guida

**Ri-abitare patrimoni fragili: il caso studio di Pomarico**  
Re-inhabiting Fragile Heritages: Pomarico Case Study

2472

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

**L'incanto nella cultura di un intreccio femminile. Tra ornamento e rappresentazione**  
The Enchantment in the Culture of a Feminine Interweaving. Between Ornament and Representation

2490

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza

**The Church of St. Giusta in Bazzano (L'Aquila). Documentation and Survey**

2499

Marianna Calia, Alessandra Matera, Mariapia Pace

**Ri-disegno di percorsi e micro-architetture nel parco museale di Craco Vecchia**  
Re-design of Routes and Micro-Architectures in the Museum Park of Old Craco

2521

Michele Calvano, Luciano Cessari, Elena Gligliarelli

**Tradition in Innovation. Some Considerations on SLAM Technique Integration for Historic Buildings**

2531

Cristina Cándito, Ilenia Celoria, Alessandro Meloni

**Verso un'architettura... accessibile. Un'esperienza didattica: dai principi alle applicazioni**  
Towards an... Accessible Architecture. An Educational Experience: from Principles to Applications

2555

Mara Capone, Angela Cicala, Lorenzo Esposito, Giovanni Nocerino

**Geometrie programmate: AAD sperimentazioni di graphic design**  
Programmed Geometries: AAD Graphic Design Experimentation

2577

Massimiliano Ciammaichella

**Idoli virtuali. Rappresentazioni di corpi in transito e modelli estetici da incarnare**  
Virtual Idols. Representations of Bodies in Transit and Aesthetic Models to be Embodied

2595

Maria Grazia Ciani, Daniele Calisi, Stefano Botta, Sara Colaceci, Matteo Molinari, Michela Schiaroli

**Digital twin ed esperienza immersiva in VR: il caso studio dell'ex mattatoio di Testaccio, Roma**  
Digital Twin and Immersive Experience in VR: the Case Study of the ex Mattatoio of Testaccio, Rome

2613

Paolo Cini, Jesús Muñoz Cádiz, Umberto Ferretti, José Luis Domínguez Jiménez, Miriam González Nieto

**Digital Transition for Heritage Management and Dissemination: via Flaminia and Corduba-Emerita**

2623

Francesca Condorelli, Alessandro Luigini, Giuseppe Nicastro, Barbara Tramelli

**Disegno e intelligenza artificiale. Enunciati teorici e prassi sperimentale per una poiesi condivisa**  
Drawing and Artificial Intelligence. Theoretical Statements and Experimental Practice for a Shared Poiesis

2641

Antonio Conte, Rossella Laera, Carmela D'Andrea

**Ricomposizione di parti urbane di antico impianto tra Palazzo Spagna e il Piantello di Accettura**  
Reconstruction of Ancient Urban Parts between Palazzo Spagna and the Piantello di Accettura

2659

Virginia De Jorge Huertas

**Construyendo transiciones pedagógicas híbridas**  
Building Hybrid Pedagogical Transitions

2673

Irene De Natale

**Comunicazione della città contemporanea: la grafica generativa per le identità visive dinamiche**  
The Communication of the Contemporary City: Generative Graphics for Dynamic Visual Identities

2685

Andrea di Filippo

**Transition to Parametric Modelling in Heritage Documentation**

2692

Francesca Fatta, Sonia Mollica

**Spazi virtuali in luogo reale. Narrazioni tra storia e paesaggio del Faro di Capo Colonna**  
Virtual Spaces in Real Place. Narratives between History and Landscape of the Capo Colonna Lighthouse

2710

Marco Filippucci, Fabio Bianconi

**Disegnare per rigenerare i nostri luoghi. Nuove relazioni fra comunità e spazi pubblici**  
Drawing to Regenerate our Places. New Relationships between Communities and Public Spaces

2728

Wilson Florio, Ana Tagliari

**Geometric and Parametric Modeling to Identify the Characteristics of Niemeyer's V Columns**

2737

Noelia Galván Desvaux, Marta Alonso Rodríguez, Raquel Álvarez Arce, Daniel Galván Desvaux

**Archivos digitales de arquitectura: la transformación de la difusión del dibujo**  
Digital Archives of Architecture: the Transformation of Drawing Dissemination

2755

Elisabetta Caterina Giovannini

**Digital Transitions for the Use and Reuse of Digital Assets for Museum Collections**

2767

Sara Gonizzi Barsanti, Umberto Palmieri, Adriana Rossi

**Fotogrammetria a distanza ravvicinata: un campione di muro composto di anfore**  
Close Range Photogrammetry: a Wall Sample Composed of Jugs

2789

Beatriz S. González-Jiménez, Marco Enia

**Digital Unrealities. Photo(Un)Realism and Alienation in Contemporary Postdigital Architecture**

2797

Alberto Grijalba Bengoetxea, Julio Grijalba Bengoetxea, M. Lucía Balboa Domínguez

**El encanto de lo nuevo**  
The Charm of the New

2817

Manuela Incerti, Cristian Boscaro, Stefano Costantini

**Laser scanner a confronto: problematiche e potenzialità nella restituzione grafica 2D di un bene storico**  
Comparison between Laser Scanners: Problems and Potential in the 2D Drawings of a Historical Building

2835

Elena Ippoliti, Vincenzo Maselli, Chiara Fiaschi

**Dal testo verbale al testo estetico del fumetto. Un esercizio di stile**  
From Verbal Text to Aesthetic Text in Comics. An Exercise in Style

2853

Elena Ippoliti, Noemi Tomasella

**Misurare e disegnare: tra modelli di dati e modelli grafico-geometrico-analitici**  
Measurement and/is Drawing: Between Models of Data and Graphical/Geometric/Analytical Models

2873

Emanuela Lanzara

**Oltre il visibile: dispositivi lenticolari per i beni culturali tra fotografia e diagnostica**  
Beyond the Visible: Lenticular Tools for Cultural Heritage between Photography and Diagnostics

2894

Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Laura Floriano

**Transizioni digitali e fisiche per i beni museali**  
Digital and Physical Transitions for Museum Assets

2914

Massimiliano Lo Turco, Andrea Tomalini, Jacopo Bono

**Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici**  
A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models

2931

Carlos L. Marcos

**Colour as a Sensible Property of Matter and as an Expressive Tool. Copying vs. Emulating**

2939

Marco Medici, Federica Maietti

**Digital Transitions for a Comprehensive 3D Documentation: European Trends for Heritage Preservation**

2947

Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa

**Dos bóvedas en la Lonja de Valencia. Experimentación y seriación en la arquitectura del Siglo XV**  
Two Vaults in the Lonja of Valencia. Experimentation and Serialization in the Architecture of the XV Century

2969

Alice Palmieri

**Rappresentazioni AI nella comunicazione del patrimonio culturale: nuovi scenari del digital storytelling**  
AI Representations in Cultural Heritage Communication: New Scenarios of Digital Storytelling

2987

Roberto Pedone, Alessandra Dichio, Claudia Cittadini

**Progetto di ridisegno urbano di Craco Peschiera: servizi e strategie di valorizzazione**  
Craco Peschiera Urban Re-Design Project: Services and Enhancement Strategies

3007

Fabio Planu, Dario Rizzi, Gabriele Fredduzzi

**Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPIRE**  
Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPIRE Project

3023

Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio

**Processi di transizione digitale per i musei: il Palazzo Ducale di Urbino nel progetto CIVITAS**  
Museum Digital Transition Processes: the Ducal Palace of Urbino within the CIVITAS Project

3045

Piergiuseppe Rechichi, Lorenzo Cintali, Valeria Croce, Andrea Piemonte, Massimiliano Martino, Marco Giorgio Bevilacqua, Federico Cantini, Gianluca Martinez

**Digitalizzazione del patrimonio archeologico: procedure H-BIM per lo scavo della chiesa di San Sisto (Pisa)**  
Digitization of Archaeological Heritage: H-BIM Procedures for the San Sisto's Church Excavation (Pisa)

3065

Leopoldo Repola

**Architetture del mare. Un metodo per lo studio delle tonnare**  
Architectures of the Sea. A Method for the Study of Tonnare

3083

*Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio*  
Mapping Landscape Qualities in Inner Areas and UNESCO Sites in North Sicily by a GIS Multisource Geodatabase

3091

*Jessica Romor, Graziano Mario Valenti*  
Modelli procedurali per l'ideazione, il controllo e la generazione della forma libera negli apparati decorativi  
Procedural Models for the Conception, Control and Generation of Free Form in Decorative Apparatuses

3109

*Luca Rossato, Guido Galvani, Greta Montanari, Dario Rizzi*  
Digital Storytelling about the São Paulo Independence Monument: between Lost Memories and Italian Legacy

3118

*Michela Rossi, Sara Conte, Luca Armellino*  
Punti di vista. Gli spazi virtuali tra analogico e digitale  
Points of View. Virtual Spaces between Analogical and Digital

3134

*Anna Sanseverino, Anna Dell'Amico*  
Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering  
Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools

3156

*Luca J. Senatore, Michela Moroni*  
Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo  
Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning

3176

*Andrea Sias*  
Transizione dal reale al virtuale in ambito medico-sanitario  
Transition from Real to Virtual in Healthcare

3189

*Giovanna Spadafora, Michela Ceracchi, Antonio Camassa*  
I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale  
Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space

3207

*Gabriele Stancato, Barbara Ester Adele Piga*  
Exploring the Landscape of Virtual and Augmented Reality Laboratories in Top Universities Worldwide

3216

*Martina Suppa, Federica Maietti, Fabiana Raco*  
Documenting Theatres as Spaces for 'Transitions'

3226

*Maurizio Unali, Giovanni Caffio, Fabio Zollo*  
Transizioni d'immagini e architetture al tempo dell'IA. Modelli semantici in cerca di autore  
Transitions of Images and Architectures in the Time of AI. Semantic Models in Search of an Author

3244

*Graziano Mario Valenti, Francesca Porfiri*  
Apparati decorativi: l'Arco di Tito fra tracce originali, trasformazioni e interpretazioni temporali  
Decorative Apparatus: the Arch of Titus between Original Traces, Transformations, Temporal Interpretations

3260

*Cesare Verdoscia, Michele Buldo, Riccardo Tavolare, Elena Cabrera-Revuelta, Antonella Musico*  
Sensor Data Fusion per i processi Scan to BIM. La Chiesa Ognissanti di Valenzano, Bari  
Sensor Data Fusion for Scan to BIM Processes. The All Saints' Church in Valenzano, Bari

3278

*Ornella Zerlenga, Rosina Iaderosa*  
L'Intelligenza Artificiale sarà in grado di sostituirsi alla creatività umana?  
Will Artificial Intelligence Be Able to Replace Itself to Human Creativity?



# Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language*

Fabrizio Natta

## *Abstract*

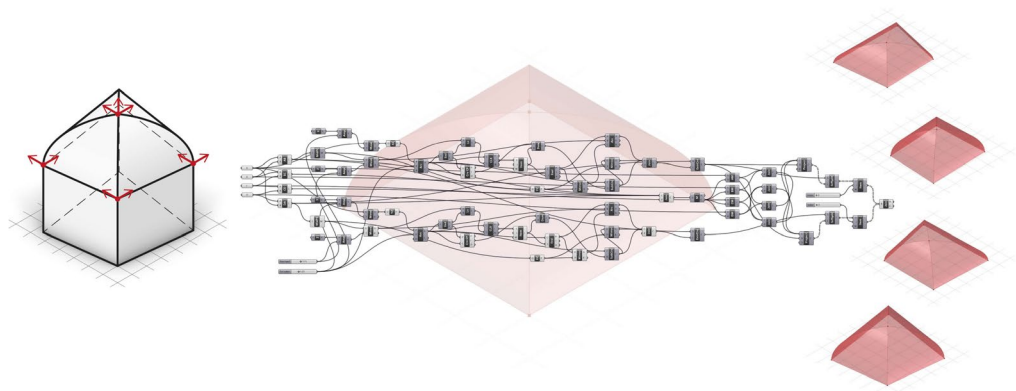
Lo studio propone i risultati di una ricerca in fase di sviluppo sulla modellazione parametrica di sistemi voltati. Lo studio sulla generazione geometrica al centro degli interessi di questa ricerca si connette con la modellazione parametrica, nella sua componente di creazione di forme e modelli utilizzando un linguaggio di programmazione visivo mediante il software Grasshopper.

Sulla base dello studio degli aspetti teorici, della coerenza fra forma e struttura e della composizione di forme geometriche nelle sue innumerevoli relazioni, si vuole definire lo sviluppo parametrico di una volta a padiglione adattiva.

Il proposito è quello di utilizzare e sintetizzare in un unico algoritmo visuale un modello di carattere geometrico ispirato dagli innumerevoli modelli teorici e modelli costruiti che, con un numero limitato di vincoli dimensionali, possa definire questa superficie complessa su impianto quadrilatero e freccia qualsiasi.

## *Parole chiave*

Volte a padiglione, modellazione algoritmica, VPL, adattivo



Processo di modellazione  
di una volta a padiglione  
adattiva in VPL  
(elaborazione grafica di  
F. Natta).

## Introduzione

Lo studio delle volte è sempre stato al centro degli interessi degli studiosi del Disegno. Queste complesse costruzioni hanno per secoli rappresentato una fonte di ispirazione e conoscenza per il progetto, offrendo innumerevoli opportunità per l'innovazione e la sfida intellettuale e creativa.

Lo studio sulla generazione geometrica al centro degli interessi di questa ricerca si connette con la modellazione parametrica, nella sua componente di creazione di forme e modelli utilizzando un linguaggio di programmazione visivo (VPL).

Il presente lavoro si inserisce nell'alveo degli studi contemporanei finalizzati alla parametrizzazione dei sistemi voltati [Angeliu, Cardani, Coronelli 2019; Bagnolo, Argiolas, Vanini 2022; Capone et al. 2022; Lanzara et al. 2021] e intende costruire uno strumento di analisi e sintesi adattabile a differenti modelli di volta a padiglione.

Precedenti studi e avanzamenti sui sistemi voltati complessi nel barocco piemontese [Spallone, Vitali 2017], pongono le basi per una conoscenza del tema delle volte sistematizzate a partire dalle fonti trattatistiche e manualistiche [Guarini 1674; Guarini 1737; Curioni 1865; Curioni 1868] (fig. 1), confrontate con casi studio rilevati e modellati nella loro componente intradossale.

La complessità di queste strutture composte può suggerire di scomporre gli elementi principali e secondari per approfondire la genesi geometrica delle singole superfici che determinano la configurazione generale della volta.

Le tecniche avanzate di generazione della forma tramite VPL offrono opportunità per rendere i modelli di superficie adattivi a vincoli definiti da criteri geometrico-costruttivi e permettere di darne una rappresentazione rigorosa e comunicativa.

Dagli innumerevoli modelli teorici agli altrettanti modelli rilevabili nel costruito, lo studio della volta a padiglione permette di creare una metodologia – su cui adattare, con le dovute modifiche, altre volte su pianta quadrangolare oltre a quelle a padiglione, ossia crociera, vela e conca [1] – per generare attraverso un unico algoritmo visuale un modello di carattere geometrico che, con un numero limitato di vincoli dimensionali desumibili sul costruito attraverso il rilevamento, possa definire un padiglione su impianto quadrilatero e freccia qualsiasi.

## Modellazione visuale di un padiglione su base quadrilatera regolare

La volta a padiglione, come noto, si compone di quattro o più fusi cilindrici impostati sui lati dell'ambiente da voltare. Se l'ambiente è a base quadrata, la volta è formata dai fusi derivati dalla sezione di un cilindro comunemente a direttrice circolare, ellittica o policentrica [Docci, Migliari 1992, pp. 500-501].

Per sviluppare in linguaggio visuale il modello di superficie intradossale della volta a padiglione

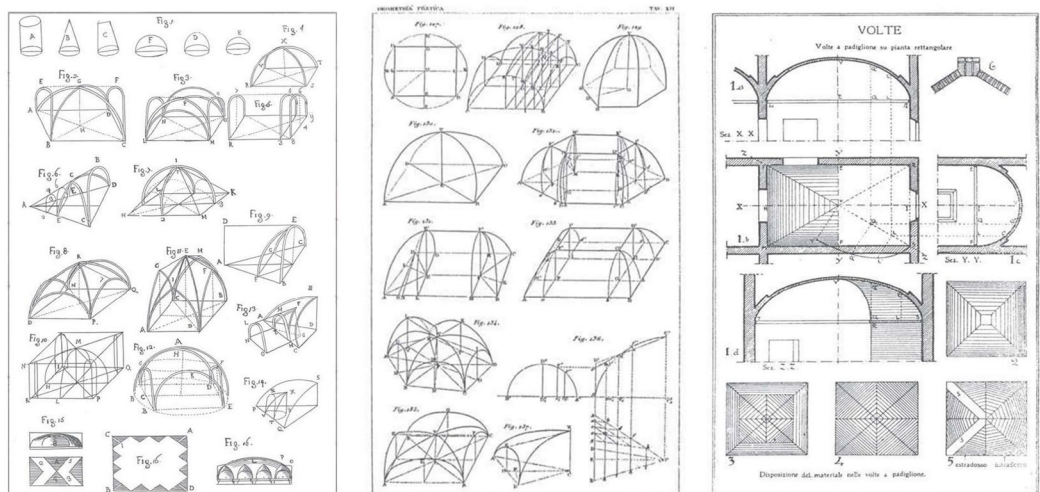


Fig. 1. Volte semplici e composte nella trattatistica e nella manualistica (Guarini 1737, *Trat. III*, Lastra XIX; Curioni 1868, *Tav. XII*; Chevalley 1924, *Tav. XCI*).

è stato utilizzato il software Grasshopper, un plugin di Rhinoceros (da cui sono state estratte le viste assonometriche e il *canvas* con l'algoritmo nelle sue relazioni tra i componenti).

A premessa dello studio che segue, per i principi dell'adattabilità, questo lavoro viene sviluppato per moduli, proporzioni, simmetrie e vincoli direzionali.

Gli studi delle costruzioni algoritmiche che ne derivano si basano su un impianto quadrato definito a priori, differenziandosi rispetto alle direttrici del cilindro.

A partire dai quattro vertici del quadrato definiti e inseriti nel progetto, vengono sviluppati tre algoritmi differenti riferiti alle possibili direttrici del cilindro:

- Arco di circonferenza: definito da un punto iniziale, un punto finale e un vettore tangente (*\_ArcSED*) parallelo all'asse globale z (fig. 2a).
- Arco di ellisse: creato a partire da un'ellisse definito da un piano e due raggi (*\_Ellipse*), da cui successivamente viene isolato il suo semi-profilo (*\_SubCrv*). L'origine del piano di costruzione viene definito nel punto medio tra due vertici contigui e orientato un piano definito (*\_YZ* o *\_XZ*), il raggio orizzontale viene derivato dalla distanza dimezzata di due vertici contigui, mentre il raggio verticale viene definito tramite dato numerico variabile (*\_NumberSlider*). La successiva divisione dell'ellisse viene determinata tramite sub-dominio (pari a '0 to Pi') della curva principale (fig. 2b).
- Arco policentrico a tre centri: realizzato mediante costruzione geometrica con definizione dimensionale della freccia e del raggio degli archi estremi. Il primo arco (*\_Arc*) che compone il profilo viene creato a partire dalla definizione del piano su cui giace, il raggio e l'angolo di dominio (pari a '0.5\*Pi to Pi'); l'origine del piano viene definito dalla traslazione di un vertice lungo uno dei lati con valore dimensionale pari al raggio dell'arco. A partire dal punto finale di questo arco viene costruita la linea congiungente il punto in chiave, in seguito estesa per trovare l'intersezione con l'arco (*\_CLX*). Il punto così individuato definisce il cambio di curvatura dell'arco policentrico, generato tramite unione (*\_JoinCrv*) del primo arco, correttamente diviso secondo il nuovo dominio, del suo speculare con asse verticale passante per la freccia (*\_Mirror*) e dell'arco per tre punti (*\_Arc3Pt*) (fig. 2c).

Per ottenere i fusi cilindrici che compongono il padiglione su una base quadrata a partire dalle differenti curve direttrici si può usare lo stesso approccio alla costruzione dell'algoritmo. A partire dalla definizione della prima direttrice, risulta necessaria la medesima costruzione dell'arco sul lato perpendicolare dell'ambiente, assegnando semplicemente i vettori e i piani speculari.

Sull'orizzontale si individua il centro del piano d'imposta, in questo caso facilmente individuabile nel punto d'intersezione tra le diagonali dell'ambiente, per definire le semi-diagonali del quadrato.

In seguito, si effettua l'estrusione delle direttrici lungo il lato perpendicolare (*\_ExtrCrv*). Su queste superfici vengono proiettate (*\_Project*) le semi-diagonali che serviranno per dividere la superficie in elementi (*\_SrfSplit*). Assegnando questi elementi ad una specifica lista di oggetti (*\_Item*) si possono selezionare i fusi (o le unghie invertendo i valori) per generare e unire (*\_JoinBrep*) gli elementi del padiglione su base quadrata (fig. 3).

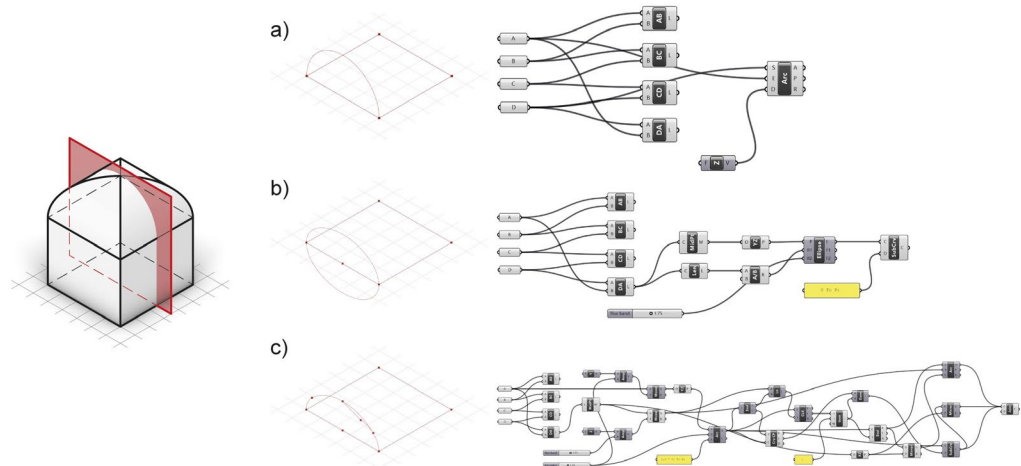


Fig. 2. Sintesi grafica tridimensionale, assonometrie e algoritmi visuali per la definizione di tre profili differenti (elaborazione grafica di F. Natta).

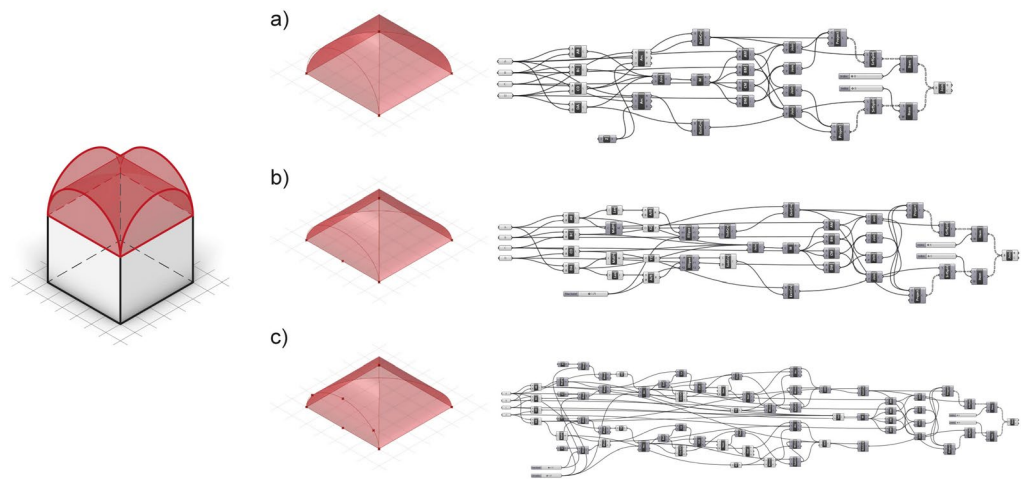


Fig. 3. Sintesi grafica tridimensionale; assonometrie e algoritmi visuali per la definizione di una volta a padiglione con profili differenti (elaborazione grafica di F. Natta).

### Vincoli, adattabilità e filtri di costruzione

Portare questo lavoro sul piano dell'adattabilità significa selezionare e definire vincoli (*constraints*) su cui impostare un modello, il quale può essere scalabile per costruire altre tipologie di volte (crociera e conca).

A monte di tutto avviene la definizione dei quattro vertici del quadrilatero, posizionati sul piano  $xy$  e, come accennato in introduzione, desumibili da qualsivoglia operazione di rilevamento, ad esempio tramite trilaterazione (fig. 4a) o individuazione dell'intersezione di linee generate tramite una collezione di punti (*\_FitLine*) generati dalla sezione di una nuvola di punti (fig. 4b). Seguendo il medesimo approccio di intersezione di due semicilindri, modificando i vertici del quadrilatero nel piano  $xy$  per adattarsi a una costruzione irregolare della base, se le due superfici devono avere la medesima altezza non avviene una generazione di semicilindri, ma di semiconoidi (generabili, ad esempio, come *loft* tra i due profili sui lati opposti), i quali producono curve gobbe all'intersezione. Volendo imporre questo vincolo è necessario trovare il 'centro' di questo quadrilatero irregolare. In questa fase è stato fondamentale il riferimento allo studio delle volte su base trapezoidale [2].

Basandosi su costruzioni geometriche [Capone et al. 2022] sono stati definiti algoritmicamente tre metodi di definizione del 'centro' di un quadrilatero irregolare tramite:

- l'intersezione delle diagonali (*\_CCX*) (fig. 5a);
- l'intersezione tra linee congiungenti i punti medi opposti dei lati (fig. 5b);
- il baricentro definito a partire dal quadrilatero (*\_Area*) (fig. 5c).

Questi punti, inseriti in un filtro a 'n' variabili (*\_StreamFilter*), vengono poi selezionati per modificare il modello secondo le differenti variabili.

### Modellazione visuale di un padiglione su base quadrilatera irregolare

Per la costruzione della volta a padiglione adattiva, come emerge dai passaggi precedenti, abbiamo bisogno di cinque vincoli: quattro che definiscono il perimetro del quadrilatero e uno, traslato sull'asse  $z$ , che definisce il punto di chiave della volta. Questo punto è uno

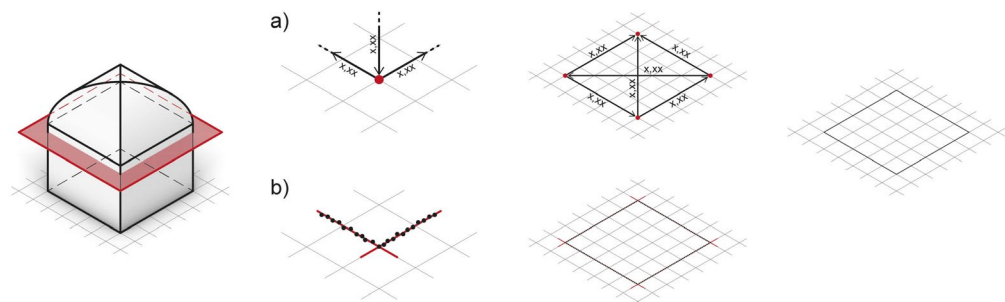


Fig. 4. Sintesi grafica tridimensionale in assonometria per la definizione del quadrilatero di base dell'ambiente (elaborazione grafica di F. Natta).

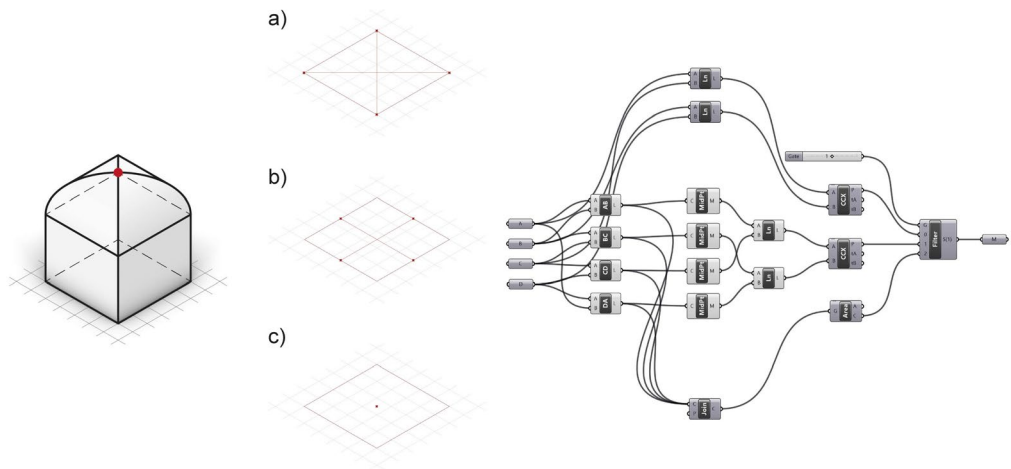


Fig. 5. Sintesi grafica tridimensionale; assonometrie e algoritmo visuale per la definizione del centro di volta (elaborazione grafica di F. Natta).

dei dati che necessita di dimensionamento, in quanto definisce la freccia della volta: un secondo dato dimensionale (il raggio della porzione di arco estremo dell'arco policentrico) è invece opzionale in quanto legato alla specifica costruzione geometrica. Il punto di partenza per ottenere questo modello di padiglione è la definizione della prima intersezione tra due fusi [Angeliu, Cardani, Coronelli 2019] generata come arco di ellisse (fig. 6.1) o arco policentrico [3]. Per arrivare alla costruzione di questa prima intersezione, vengono definiti sul piano dell'imposta i segmenti che congiungono i vertici del perimetro e il 'centro' del quadrilatero. Immaginando che la suddetta intersezione sia costituita da un arco di ellisse si imposta l'origine del piano di costruzione della curva all'intersezione tra il segmento sull'imposta e il segmento verticale passante per il 'centro', che definisce la freccia ( $LnLn$ ); ad ellisse costruita si fanno operazioni di divisione della curva per definirne il dominio (pari a  $1.5 \cdot \pi$  to  $2 \cdot \pi$ ). A partire da questa curva si eseguono due estrusioni lungo le linee del quadrilatero di base (fig. 6.2). I segmenti congiungenti i vertici del perimetro e il 'centro' del quadrilatero

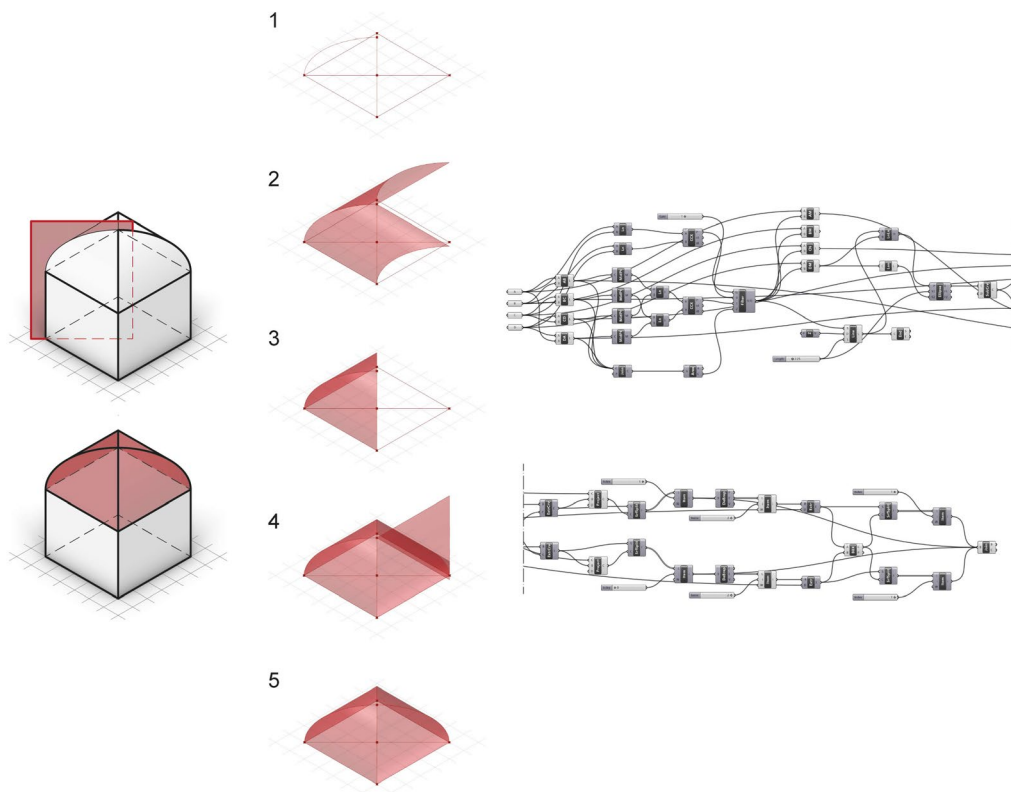
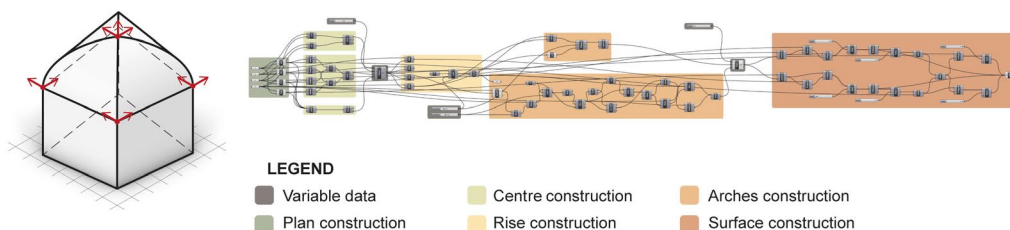


Fig. 6. Sintesi grafica tridimensionale; assonometrie e algoritmo visuale per la definizione di una volta a padiglione a partire da una curva d'intersezione tra i fusi con profilo ellittico (elaborazione grafica di F. Natta).

Fig. 7. Sintesi grafica tridimensionale; algoritmo visuale per la definizione di una volta a padiglione adattiva (elaborazione grafica di F. Natta).



vengono proiettati verticalmente sulla superficie e utilizzati come curve di taglio per definire in seguito, tramite selezione, i primi due fusi della volta (fig. 6.3).

Per definire i restanti fusi, vengono estratte le due curve d'intersezione ora generate (*\_DeBrep*) ed estruse lungo i restanti lati del perimetro, come descritto nel punto precedente (fig. 6.4). La divisione e selezione di questi fusi avviene tramite la curva d'intersezione di queste due superfici (*\_BBX*) (fig. 6.5).

Nella definizione di un algoritmo visivo univoco di questa volta a padiglione adattiva (fig. 7) si possono identificare i seguenti elementi:

- dati variabili;
- costruzione del piano;
- costruzione del centro;
- costruzione della freccia;
- costruzione degli archi;
- costruzione delle superfici.

### Conclusioni e futuri sviluppi

Il ruolo della modellazione digitale parametrica per l'architettura è ormai da anni in crescita. La traduzione di modelli in un linguaggio software permette di superare alcuni limiti, offrendo configurazioni flessibili e riconfigurabili.

È evidente come sia necessaria, oltre alla conoscenza dei software in uso, in un panorama sempre più denso e vario, la padronanza e consapevolezza sullo studio e l'analisi di un patrimonio architettonico già ampiamente indagato. Nuovi strumenti possono indirizzare nuove metodologie di ricerca, anche se risulta imprescindibile uno sforzo iniziale finalizzato alla comprensione degli aspetti teorici, all'analisi della coerenza delle forme e della loro composizione, per la creazione di una metodologia costruita scientificamente.

Della modellazione, analisi e interpretazione tridimensionale dell'algoritmo visuale (fig. 8), si è vista, in questo contesto, un'applicazione teorica. Lo stesso approccio può, con le dovute accortezze, essere applicato per la ri-costruzione di altre volte su base quadrilatera o poligonale (ad esempio a crociera o a conca) [Bagnolo, Argiolas, Vanini 2022], così come per la composizione di sistemi voltati complessi con voltine secondarie [Spallone, Vitali, Carota 2019]. Il modello così parametrizzato in Grasshopper può essere invece utilizzato proficuamente per il confronto con nuvole di punti ed essere integrato in ambiente BIM, facilitando la

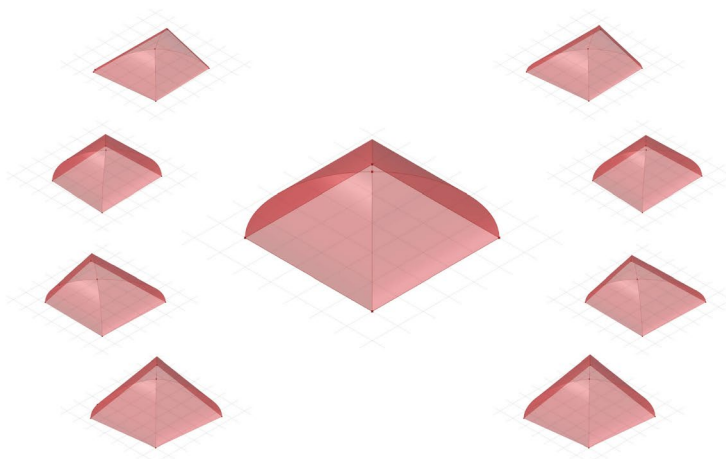


Fig. 8. Assonometria di una volta a padiglione adattiva e delle sue varianti (elaborazione grafica di F. Natta).

modellazione del patrimonio costruito attraverso una rappresentazione geometricamente rigorosa e, ancora, per l'approfondimento dell'analisi geometrica nel confronto tra modelli digitali e architettura costruita.

#### Note

[1] Delle differenti interpretazioni rispetto a questa definizione di volta 'a conca' [Spallone, Vitali 2017, p. 118], l'identificazione di [Curioni 1865] è quella a cui si fa riferimento: una volta a doppia curvatura con tre direttrici, di cui quelle laterali sono rette e quella centrale curva.

[2] Per definire le regole di costruzione geometriche ci si è riferiti allo studio di [Calvo-López 2020] sui trattati di E. Viollet-le-Duc (1854-1868), R. Willis (1842) e A. Choisy (1899).

[3] Viene omesso in quel caso l'arco di circonferenza, il quale avrebbe portato alla realizzazione di una volta a padiglione rialzata.

#### Riferimenti bibliografici

Angjeliu G., Cardani G., Coronelli D. (2019). A Parametric Model for Ribbed Masonry Vaults. In *Automation in Construction*, n. 105, 102785, pp. 1-17.

Bagnolo V., Argiolas R., Vanini C. (2022). Algorithmic Modelling as a Key Tool for Ribbed Vault Geometry. In *Nexus Network Journal*, n. 24(1), pp. 147-166.

Breymann G. A. (1885). *Trattato generale di costruzioni civili, con cenni speciali intorno alle costruzioni grandiose*. Milano: Vallardi.

Calvo López J. (2020). *Stereotomy: Stone Construction and Geometry in Western Europe 1200-1900* (vol. 4). Cham: Springer.

Capone M., Palomba D., Scandurra S., Lanzara E. (2022). Trapezoidal and Apsidal Ribbed Vaults Smart 3D Reconstruction. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVI-2/W1-2022, pp. 135-145.

Chevalley G. (1924). *Elementi di tecnica dell'architettura: materiali da costruzione e grosse strutture*. Torino: Pasta.

Curioni G. (1865). *Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica e analisi dei loro prezzi*. Torino: Negro.

Curioni G. (1868). *Geometria pratica applicata all'arte del costruttore*. Torino: Negro.

Docci M., Migliari R. (1992). *Scienza della rappresentazione*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.

Guarini G. (1674). *Modo di misurare le fabbriche*. Torino: Per gli heredi Giannelli.

Guarini G. (1737). *Architettura Civile*. Torino: Gianfrancesco Mairesse.

Lanzara E., Scandurra S., Musella C., Pulcrano M., Palomba D., Asprone D., di Luggo A. (2021). Modellazione parametrica delle volte e implementazione condivisa del dato in sistemi HBIM. Parametric modelling of vaults and shared implementation in HBIM systems. In T. Emler, A. Caldarone, A. Fusinetti (a cura di). *3D Modeling & BIM 2021 - Digital Twin*, pp. 322-341. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

Spallone R., Vitali M. (2017). *Volte stellari e Planteriane negli atrii barocchi in Torino. Star-shaped and Planterian Vaults in the Baroque Atria of Turin*. Ariccia: Aracne.

Spallone R., Vitali M., Carota F. (2019). Parametric Modeling as a Tool of Analysis and Interpretation of Built Heritage: the Case Study of Complex Baroque Vaults. In C. Inglese, A. Ippolito (a cura di). *Analysis, Conservation, and Restoration of Tangible and Intangible Cultural Heritage*, pp. 367-402. Hershey: IGI Global.

#### Autore

Fabrizio Natta, Politecnico di Torino, fabrizio.natta@polito.it

Per citare questo capitolo: Natta Fabrizio (2023). Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language/Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language*. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1752-1765.



# Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language

Fabrizio Natta

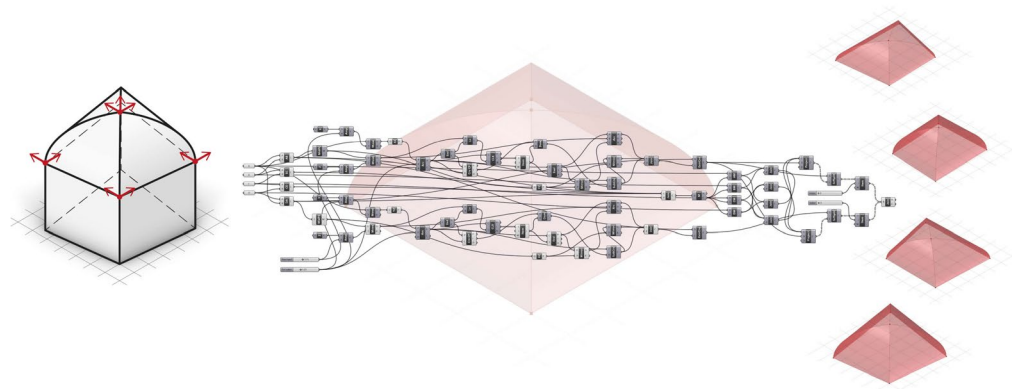
## *Abstract*

The study proposes the results of a developing research project on parametric modelling of vaulted systems. The study on geometric generation at the focus of this research relates to parametric modelling, in its component of the creation of forms and models using a visual programming language via the Grasshopper software. Based on the study of theoretical aspects, the coherence of form and structure and the composition of geometric forms in its countless relationships, it is intended to define the parametric development of an adaptive cloister vault.

The aim is to use and synthesise in a single visual algorithm a model of geometric character inspired by the innumerable theoretical models and constructed models that, with a limited number of dimensional constraints, can define this complex surface on any quadrilateral structure and any rise.

## *Keywords*

Cloister vault, algorithmic modelling, VPL, adaptive



Modelling process of an adaptive cloister vault in VPL (graphic elaboration by F. Natta).

## Introduction

The study of vaults has always been central to the interests of Drawing researchers. For centuries, these complex constructions have been a source of inspiration and knowledge for design, offering countless opportunities for innovation and intellectual and creative challenge. The study of geometric generation at the centre of this research interest connects with parametric modelling, in its component of creating shapes and models using a visual programming language (VPL). The present work is part of contemporary studies aimed at the parameterisation of vaulted systems [Angeliu, Cardani, Coronelli 2019; Bagnolo, Argiolas, Vanini 2022; Capone et al. 2022; Lanzara et al. 2021] and intends to construct a tool for analysis and synthesis adaptable to different models of pavilion vaults. Previous studies and advances on complex vaulted systems in the Piedmontese Baroque [Spallone, Vitali 2017], lay the foundations for a knowledge of the subject of vaults systematised from treatise and manual sources [Guarini 1674; Guarini 1737; Curioni 1865; Curioni 1868] (fig. 1), compared with case studies surveyed and modelled in their intradosal component.

The complexity of these composite structures may suggest decomposing the main and secondary elements to investigate the geometric genesis of the individual surfaces that determine the overall configuration of the vault.

Advanced shape generation techniques using VPL offer opportunities to make surface models adaptive to constraints defined by geometric–constructive criteria and allow for a rigorous and communicative representation.

From the innumerable theoretical models to the as many detectable models in the built environment, the study of the cloister vault makes it possible to create a methodology – on which to adapt, with the necessary modifications, other cloister vaults in addition to the quadrilateral plan, that is groin, sail and a conca vaults [1] – to generate through a single visual algorithm a model of a geometric character that, with a limited number of dimensional constraints that can be deduced on the built environment through the survey, can define a cloister vault on a quadrilateral plan and any arrow.

## Visual modelling of a cloister vault on a regular quadrilateral base

The cloister vault, as is well known, is composed of four or more cylindrical coves set on the sides of the room to be vaulted. If the room has a square base, the vault is formed by the coves derived from the section of a cylinder commonly with a circular, elliptical, or polycentric direction [Docci, Migliari 1992, pp. 500-501].

The software Grasshopper, a Rhinoceros plugin (from which the axonometric views and the canvas with the algorithm in its relations between components were extracted) was used to develop the intrados surface model of the cloister vault in visual language. As an introduction to the study that follows, due to the principles of adaptability, this

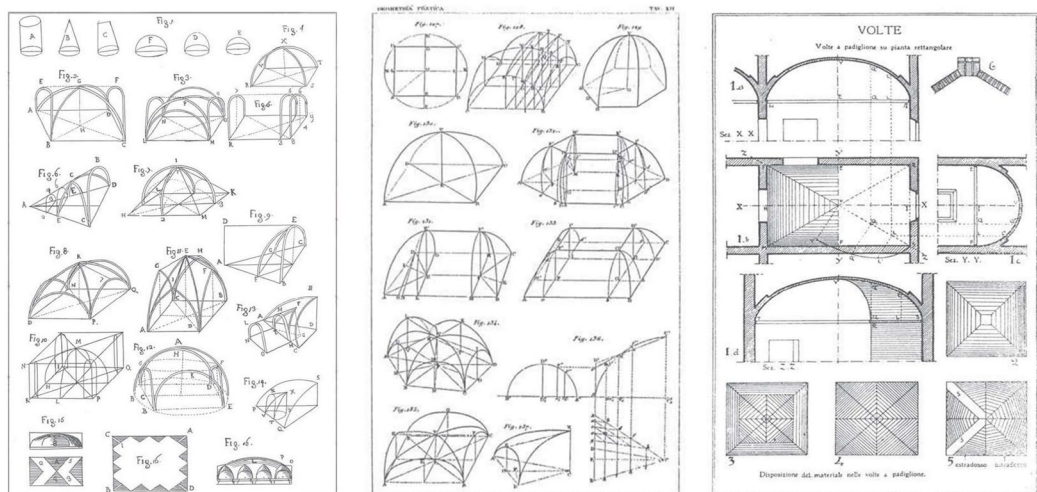


Fig. 1. Simple and composed vaults in treatises and manuals (Guarini 1737, *Trat. III*, *Lastra XIX*; Curioni 1868, *Tav. XII*; Chevalley 1924, *Tav. XCI*).

work is developed for modules, proportions, symmetries, and directional constraints. The resulting studies of algorithmic constructions are based on a square layout defined *a priori*, differing from the cylinder's directions.

From the four vertices of the square defined and included in the design, three different algorithms are developed with respect to the possible directions of the cylinder:

- Circle arc: defined by an initial point, an end point, and a tangent vector (*\_ArcSED*) parallel to the global z-axis (fig. 2a).
- Ellipse arc: created from an ellipse defined by a plane and two radii (*\_Ellipse*), from which its semi-profile (*\_SubCrv*) is subsequently isolated. The origin of the construction plane is defined at the midpoint between two contiguous vertices and orientated a defined plane (*\_YZ* or *\_XZ*), the horizontal radius is derived from the halved distance of two contiguous vertices, while the vertical radius is defined using variable numerical data (*\_NumberSlider*). The subsequent division of the ellipse is determined by sub-domain (equal to '0 to Pi') of the main curve (fig. 2b).
- Three-centred polycentric arc: realised by geometric construction with dimensional definition of the arrow and radius of the extreme arcs. The first arc (*\_Arc*) that makes up the profile is created from the definition of the plane on which it lays, the radius and the domain angle (equal to '0.5\*Pi to Pi'); the origin of the plane is defined by the translation of a vertex along one of the sides with a dimensional value equal to the radius of the arc. Starting from the end point of this arc, the line joining the point in the key is constructed, then extended to find the intersection with the arc (*\_CLX*). The point thus found defines the change of curvature of the polycentric arc, generated by joining (*\_JoinCrv*) the first arc, correctly divided according to the new domain, its mirror with vertical axis passing through the arrow (*\_Mirror*) and the arc for three points (*\_Arc3Pt*) (fig. 2c).

To obtain the cylindrical covers that make up the pavilion on a square base from the different directrix curves, the same approach to the construction of the algorithm can be used.

Starting from the definition of the first directrix, the same construction of the arc on the perpendicular side of the room is required, simply assigning the vectors and specular planes. On the horizontal, we locate the centre of the plane, in this case easily identifiable at the point of intersection of the diagonals of the room, to define the semi-diagonals of the square. Next, the extrusion of the directrices along the perpendicular side (*\_ExtrCrv*) is carried out. On these surfaces are projected (*\_Project*) the semi-diagonals that will be used to divide the surface into elements (*\_SrfSplit*). By assigning these elements to a specific list of objects (*\_Item*), covers (or groins by inverting the values) can be selected to generate and join (*\_JoinBrep*) the elements of the cloister on a square base (fig. 3).

### Constraints, adaptability and construction filters

Bringing this work to the plane of adaptability means selecting and defining constraints on which to set a model, which can be scaled to construct other types of vaults (groin and a conca vault). Upstream of everything is the definition of the four vertices of the quadrilateral, positioned on

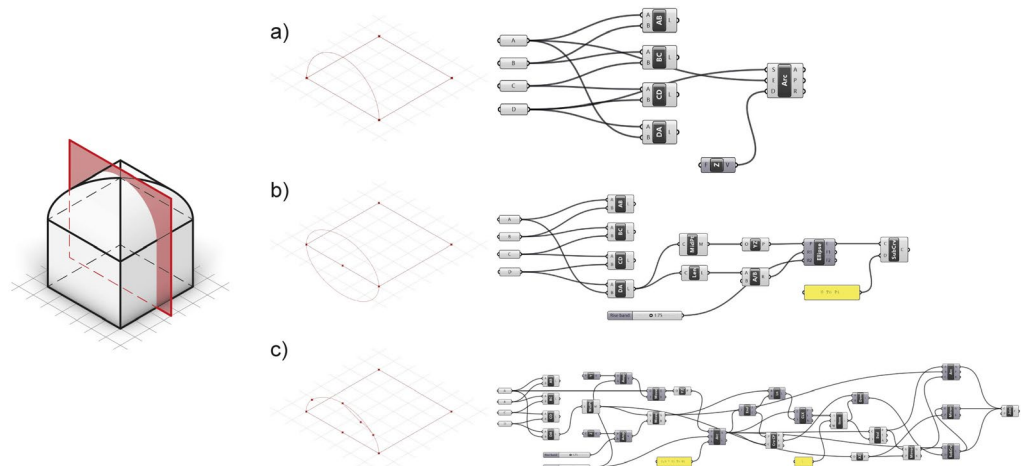


Fig. 2. Three-dimensional graphic synthesis; axonometries and visual algorithms for the definition of three different profiles (graphic elaboration by F. Natta).

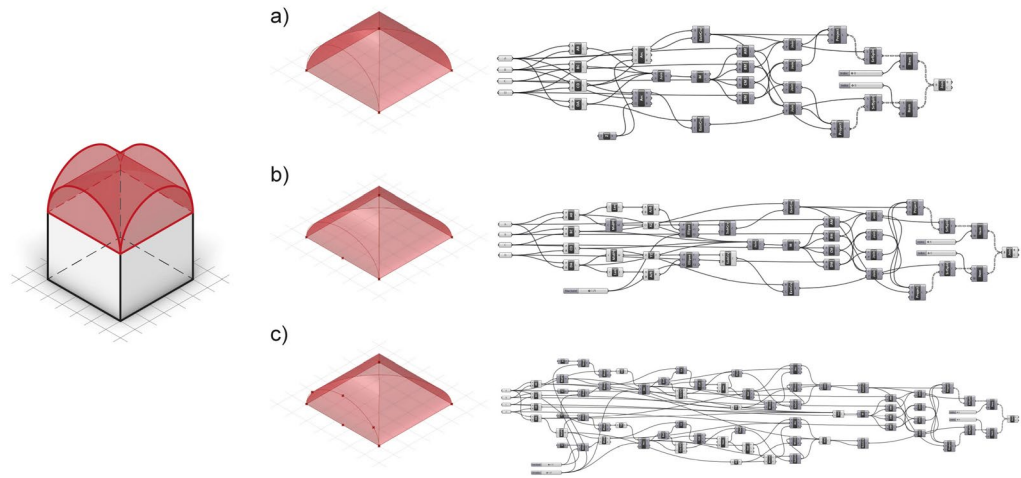


Fig. 3. Three-dimensional graphic synthesis; axonometries and visual algorithms for the definition of a cloister vault with different profiles (graphic elaboration by F. Natta).

the xy plane and as mentioned in the introduction, deducible from any surveying operation, for example through trilateration (fig. 4a) or identification of the intersection of lines generated through a collection of points (`_FitLine`) generated by the section of a point cloud (fig. 4b). Following the same approach as for the intersection of two semi-cylinders, by modifying the vertices of the quadrilateral in the xy plane to adapt to an irregular base construction, if the two surfaces are to have the same height, a generation of semi-cylinders does not take place, but of semi-conoids (which can be generated, for example, as lofts between the two profiles on opposite sides), which produce 'humped' curves at the intersection. Wanting to impose this constraint, it is necessary to find the 'centre' of this irregular quadrilateral. Reference to the study of vaults on a trapezoidal base was fundamental at this stage [2]. Based on geometric constructions [Capone et al. 2022], three methods of defining the 'centre' of an irregular quadrilateral were defined algorithmically via:

- the intersection of diagonals (`_CCX`) (fig. 5a);
- the intersection of lines joining opposite midpoints of the sides (fig. 5b);
- the barycentre defined from the quadrilateral (`_Area`) (fig. 5c)

These points, inserted into an n-variable filter (`_StreamFilter`), are then selected to modify the model according to the different variables.

### Visual modelling of a cloister vault on an irregular quadrilateral base

For the construction of the adaptive cloister vault, as emerges from the previous steps, we need five constraints: four that define the perimeter of the quadrilateral and one, translated on the z-axis, that defines the keystone point of the vault. This point is one of the data that requires dimensioning, as it defines the arrow of the vault: a second dimensional data (the radius of the extreme portion of the polycentric arch) is optional as it is linked to the specific geometric construction.

The starting point for obtaining this cloister model is the definition of the first intersection between two coves [Angeliu, Cardani, Coronelli 2019] generated as an ellipse arch (fig. 6.1) or polycentric arch [3]. To arrive at the construction of this first intersection, the segments joining the vertices

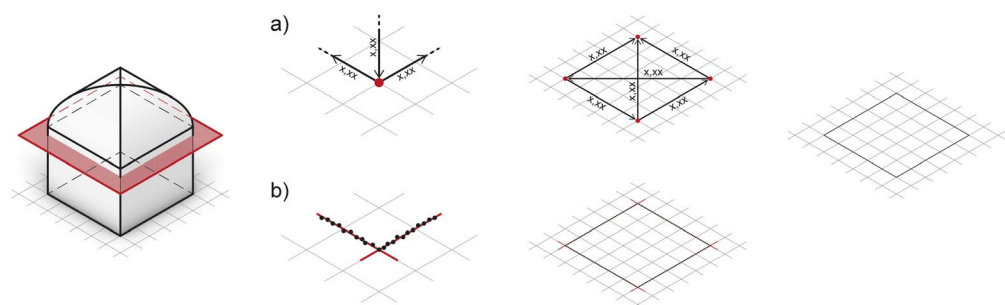


Fig. 4. Three-dimensional graphic synthesis in axonometry to define the basic quadrilateral of the room (graphic elaboration by F. Natta).

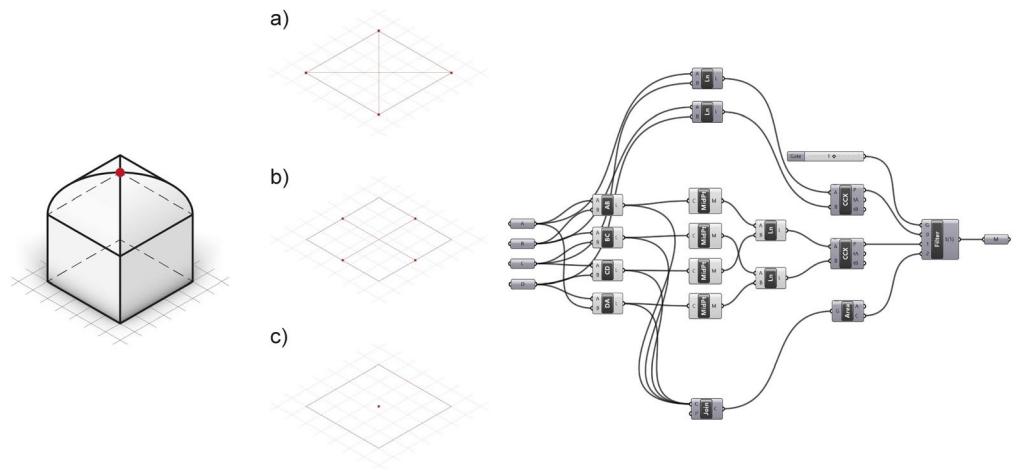


Fig. 5. Three-dimensional graphic synthesis; axonometry and visual algorithm for defining the centre of a vault (graphic elaboration by F. Natta).

of the perimeter and the 'centre' of the quadrilateral are defined on the plane of the impost. Imagining that this intersection is an arc of an ellipse, we set the origin of the plane of construction of the curve at the intersection of the segment on the impost and the vertical segment passing through the 'centre', which defines the arrow ( $\_LnLn$ ); once the ellipse has been constructed, we divide the curve to define its domain (equal to  $1.5 \cdot \pi$  to  $2 \cdot \pi$ ).

From this curve, two extrusions are made along the lines of the base quadrilateral (fig. 6.2). The segments joining the vertices of the perimeter and the 'centre' of the quadrilateral are projected vertically onto the surface and used as cutting curves to subsequently define the first two coves of the vault through selection (fig. 6.3).

To define the remaining coves, the two intersection curves now generated ( $\_DeBrep$ ) are extracted and extruded along the remaining sides of the perimeter, as described in the previous section (fig. 6.4). The division and selection of these coves takes place via the intersection curve of these two surfaces ( $\_BBX$ ) (fig. 6.5).

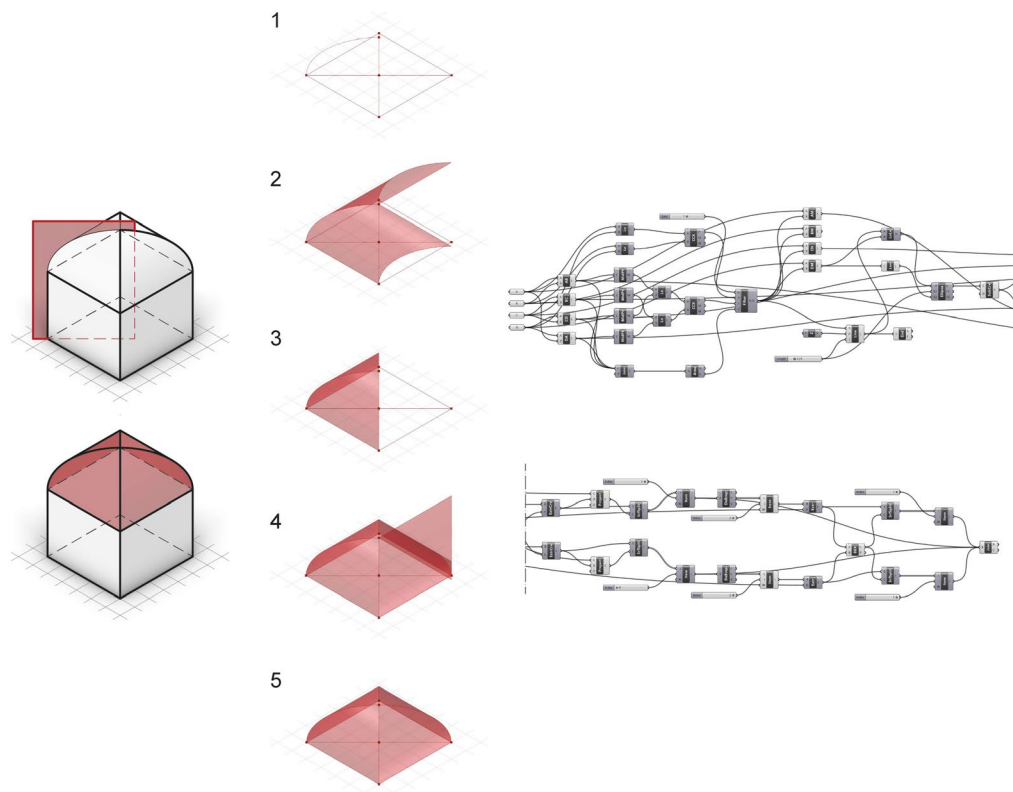


Fig. 6. Three-dimensional graphic synthesis; axonometry and visual algorithm for the definition of a cloister vault from an intersection curve between coves with an elliptical profile (graphic elaboration by F. Natta).

Fig. 7. Three-dimensional graphic synthesis; visual algorithm for the definition of an adaptive cloister vault (graphic elaboration by F. Natta).

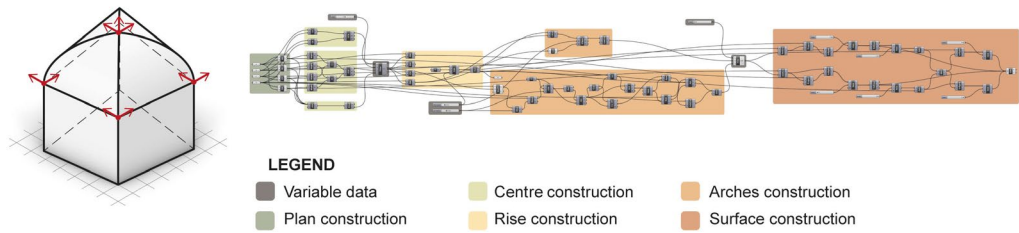
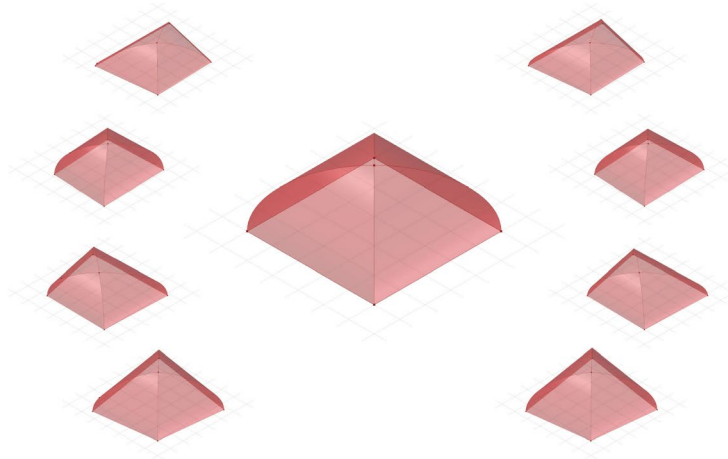


Fig. 8. Axonometry of an adaptive cloister vault and its variants (graphic elaboration by F. Natta).



The following elements can be identified in the definition of a unique visual algorithm of this adaptive cloister vault (fig. 7):

- variable data;
- plan construction;
- centre construction;
- rise construction;
- arches construction;
- surface construction.

### Conclusions and future developments

The role of parametric digital modelling for architecture has been growing for years. The conversion of models into a software language makes it possible to overcome certain limitations, offering flexible and reconfigurable configurations.

It is evident how necessary it is, in addition to knowledge of the software in use, in an increasingly dense and varied panorama, to have a mastery and awareness of the study and analysis of an architectural heritage that has already been extensively investigated. New tools can direct new research methodologies, even if an initial effort aimed at understanding the theoretical aspects and analysing the coherence of forms and their composition is essential for the creation of a scientifically constructed methodology.

The three-dimensional modelling, analysis, and interpretation of the visual algorithm (fig. 8) has been seen as a theoretical application in this context. The same approach can, with due caution, be applied for the re-construction of other vaults on a quadrilateral or polygonal basis (e.g. groin or *a conca*) [Bagnolo, Argiolas, Vanini 2022], as well as for the composition of complex vaulted systems with secondary vaults [Spallone, Vitali, Carota 2019]. The model thus parameterised in Grasshopper can instead be profitably used for comparison with point clouds and be integrated into the BIM environment, facilitating the modelling of the built heritage through a geometrically rigorous representation and, again, for in-depth geometric analysis in the comparison between digital models and built architecture.

## Notes

[1] Of the different interpretations with respect to this definition of 'a conca' vault [Spallone, Vitali 2017, p. 118], Curioni's [Curioni 1865] identification is the one referred to: a double-curved vault with three directrices, of which the lateral ones are straight and the central one curved.

[2] In order to define the geometric construction rules, reference was made to the study by [Calvo-López 2020] on the treatises by E. Viollet-le-Duc (1854-1868), R. Willis (1842) and A. Choisy (1899).

[3] The circumferential arch is omitted in that case, which would have resulted in a raised cloister vault.

## References

- Angjeliu G., Cardani G., Coronelli D. (2019). A Parametric Model for Ribbed Masonry Vaults. In *Automation in Construction*, n. 105, 102785, pp. 1-17.
- Bagnolo V., Argiolas R., Vanini C. (2022). Algorithmic Modelling as a Key Tool for Ribbed Vault Geometry. In *Nexus Network Journal*, No. 24(1), pp. 147-166.
- Breymann G.A. (1885). *Trattato generale di costruzioni civili, con cenni speciali intorno alle costruzioni grandiose*. Milan: Vallardi.
- Calvo López J. (2020). *Stereotomy: Stone Construction and Geometry in Western Europe 1200-1900* (Vol. 4). Cham: Springer.
- Capone M., Palomba D., Scandurra S., Lanzara E. (2022). Trapezoidal and Apsidal Ribbed Vaults Smart 3D Reconstruction. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVI-2/W1-2022, pp. 135-145.
- Chevalley G. (1924). *Elementi di tecnica dell'architettura: materiali da costruzione e grosse strutture*. Turin: Pasta.
- Curioni G. (1865). *Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica e analisi dei loro prezzi*. Turin: Negro.
- Curioni G. (1868). *Geometria pratica applicata all'arte del costruttore*. Turin: Negro.
- Docci M., Migliari R. (1992). *Scienza della rappresentazione*. Rome: La Nuova Italia Scientifica.
- Guarini G. (1674). *Modo di misurare le fabbriche*. Turin: Per gl'heredi Giannelli.
- Guarini G. (1737). *Architettura Civile*. Turin: Gianfrancesco Mairesse.
- Lanzara E., Scandurra S., Musella C., Pulcrano M., Palomba D., Asprone D., di Luggo A. (2021). Modellazione parametrica delle volte e implementazione condivisa del dato in sistemi HBIM. Parametric modelling of vaults and shared implementation in HBIM systems. In T. Empler, A. Caldarone, A. Fusinetti (Eds.). *3D Modeling & BIM 2021 - Digital Twin*, pp. 322-341. Rome: DEI Tipografia del Genio Civile.
- Spallone R., Vitali M. (2017). *Volte stellari e Planteriane negli atrii barocchi in Torino. Star-shaped and Planterian Vaults in the Baroque Atria of Turin*. Ariccia: Aracne.
- Spallone R., Vitali M., Carota F. (2019). Parametric Modeling as a Tool of Analysis and Interpretation of Built Heritage: the Case Study of Complex Baroque Vaults. In C. Inglese, A. Ippolito (Eds.). *Analysis, Conservation, and Restoration of Tangible and Intangible Cultural Heritage*, pp. 367-402. Hershey: IGI Global.

## Author

Fabrizio Natta, Politecnico di Torino, [fabrizio.natta@polito.it](mailto:fabrizio.natta@polito.it)

To cite this chapter: Natta Fabrizio (2023). Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language/Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language*. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1752-1765.