

**DISEGNO E SISTEMI VOLTATI**  
***DRAWING AND VAULTED SYSTEMS***

2

**Direttori | *Directors***

Roberta Spallone

Marco Vitali

**Comitato scientifico | *Scientific Committee***

Stefano Bertocci

Edoardo Dotto

Marco Gaiani

Paolo Giandebiaggi

Anna Marotta

Ángela García Codoñer

Carlos Montes Serrano

Pablo Navarro Esteve

**Comitato di redazione | *Editorial board***

Fabrizio Natta

# DISEGNO E SISTEMI VOLTATI

Geometria, progetto e costruzione

## *DRAWING AND VAULTED SYSTEMS*

*Geometry, design and building*



Le volte sono la principale parte delle fabbriche, e gli autori che hanno scritto d'architettura se la passano sì brevemente, che alcuni nemmeno ne parlano, quando sono le più difficili non tanto da inventar, e porre in disegno, ma anche da porre in opera.

(Guarino Guarini)

*Vaults are the main part of the buildings, and the authors who have written about architecture debates them so briefly that someone even do not mention them, because they are the hardest to invented, to put in drawing and to build.*

(Guarino Guarini)

In ambito internazionale sono numerosi gli studi specifici sui sistemi voltati nell'architettura storica, tema sul quale convergono le discipline interessate al Cultural Heritage.

Il disegno, dall'analisi grafica dei documenti di progetto al rilievo e alla modellazione digitale, si pone come metodo euristico per l'analisi e per la sintesi dei processi di conoscenza, consentendo di formulare ipotesi sulla geometria come matrice di progetto e tramite per la costruzione, un ponte tra ideazione e pratiche di cantiere.

La collana ha l'obiettivo di ospitare le ricerche internazionali sui sistemi voltati, spaziando dagli studi sulla conformazione alle indagini stereotomiche, ai rilievi geometrici, architettonici e tematici. I volumi monografici e le opere collettanee pubblicati nella collana vengono preventivamente valutati dai Direttori e dai Componenti del Comitato Scientifico e poi sottoposti alla procedura di revisione e valutazione di un Comitato di Revisori esterni (*double blind peer review*). Gli esiti del referaggio, compiuto attraverso la griglia di valutazione predisposta per la collana, vengono resi noti agli autori, per le opportune revisioni. I nomi dei Revisori esterni e le procedure di valutazione sono a disposizione degli enti di valutazione scientifica nazionale e internazionale. Le proposte per la collana, comprensive di una sintesi di circa 8000 battute in inglese, vanno inviate al seguente indirizzo di posta elettronica: [info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

*Specific studies on vaulted systems in historical architecture are internationally diffused. This is a subject on which the disciplines involved in the Cultural Heritage converge.*

*The Drawing, from graphical analysis of design representations to survey and digital modeling, arises as a heuristic method for the analysis and the synthesis of knowledge processes, allowing hypotheses to be made regarding the geometry as design-matrix and means for the construction, that is, a bridge between conception and building.*

*The series aims to collect international researches on vaulted systems, ranging from studies on the shape to investigations on stereotomy and geometric, architectural, and thematic surveys. The monographs and collective volumes published in the series are previously evaluated by the Directors and Members of the Scientific Committee and then submitted to the review and evaluation procedure of a Committee of External Referees (double blind peer review). The referees' responses, through the evaluation form prepared for the series, are communicated to the authors, for the appropriate revisions. The names of the External Referees and the evaluation procedures are available to national and international scientific evaluation councils. The proposals for the series, including a summary of about 8000 characters in English, should be sent to the following e-mail address: [info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)*



Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXX  
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.giacchinoonoratieditore.it](http://www.giacchinoonoratieditore.it)  
[info@giacchinoonoratieditore.it](mailto:info@giacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20  
00020 Canterano (RM)  
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-3053-7

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i paesi*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'editore*

I edizione: marzo 2020

Carlo Bianchini, José Calvo-López, Andrea Giordano, Ana López-Mozo  
Pablo Navarro-Camallonga, Roberta Spallone, Marco Vitali

**Sistemi voltati complessi: geometria, disegno, costruzione**

*Complex Vaulted Systems: Geometry, Design, Construction*



# Indice

## *Table of content*

Prefazione <i>Emanuele Romeo</i>	13	<i>Preface</i> Emanuele Romeo	13
Complex Vaulted Systems: Geometry, Design, Construction. Le ragioni di un Corso di Eccellenza di Dottorato fra ricerca e didattica <i>Roberta Spallone</i>	19	<i>Complex Vaulted Systems: Geometry, Design, Construction. The reasons for a Ph.D. Excellence Course between research and didactics</i> Roberta Spallone	19
La ricerca sui sistemi voltati complessi nell'architettura civile di età barocca in Piemonte <i>Marco Vitali</i>	41	<i>The research about complex vaulted systems in Baroque civil architecture in Piedmont</i> Marco Vitali	41

### PARTE I Lectures

### *PART I Lectures*

Stereotomia digitale: dall'analogico al digitale nello studio dei sistemi voltati <i>Andrea Giordano</i>	71	<i>Digital stereotomics: from analogic to digital in the study of vaulted systems</i> Andrea Giordano	71
Geometría y cantería: una visión general <i>José Calvo-López</i>	89	<i>Geometry and ashlar vaulting: a summary</i> José Calvo-López	89

Il ruolo di Guarino Guarini nell'evoluzione della Stereotomia da pratica tradizionale a scienza applicata <i>Carlo Bianchini</i>	107	<i>Guarino Guarini's role in evolving Stereotomy from traditional practice into an applied science</i> <i>Carlo Bianchini</i>	107
Métodos de diseño tridimensional de bóvedas en el Tardogótico: bóvedas asimétricas <i>Ana López-Mozo</i>	125	<i>Three-dimensional vault design methods in Late Gothic: asymmetrical vaults</i> <i>Ana López-Mozo</i>	125
Arcos, bóvedas de Arista y bóvedas Aristadas en el S. XV Valenciano <i>Pablo Navarro-Camallonga</i>	143	<i>Arches, groined vaults and ribless vaults in Valencia in the sixteenth-century</i> <i>Pablo Navarro-Camallonga</i>	143

**PARTE II**  
**Contributi**

**PART II**  
**Papers**

Strutture voltate in mattoni. Il ruolo della tessitura muraria <i>Marco Alforno</i>	169	<i>Masonry vaulted structures. The role of brick pattern</i> <i>Marco Alforno</i>	169
Ancient Egyptian arches and vaults <i>Ahmed Ellaithy</i>	187	<i>Ancient Egyptian arches and vaults</i> <i>Ahmed Ellaithy</i>	187
Appunti sulla nomenclatura delle volte: linguaggio, forma e struttura di volte quadripartite <i>Federico Manino</i>	197	<i>Notes on the nomenclature of the vaults: language, shape and structure of vaults with four cells</i> <i>Federico Manino</i>	197
Dai disegni autografi di Guarini all'interpretazione digitale: modelli di volte "a fascie" <i>Fabrizio Natta</i>	213	<i>From Guarini's autograph drawings to digital interpretation: "a fascie" vault models</i> <i>Fabrizio Natta</i>	213
Le volte nervate nell'area mediterranea. Il caso di Valencia, Mallorca e Palermo <i>Maria Vona</i>	229	<i>The ribbed vaults in the Mediterranean area. The case of Valencia, Mallorca and Palermo</i> <i>Maria Vona</i>	229

Swallow Dome: From Domestic Dwellings to the Monumental Buildings <i>Gözde Yıldız</i>	245	<i>Swallow Dome: From Domestic Dwellings to the Monumental Buildings</i> <i>Gözde Yıldız</i>	245
Postfazione <i>María Concepción López-González</i>	257	<i>Afterword</i> María Concepción López-González	257







## Prefazione

### *Preface*

EMANUELE ROMEO  
Politecnico di Torino

La missione scientifica, che il dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici del Politecnico di Torino si propone – rispondendo all’esigenza, condivisa dal mondo scientifico e dalle svariate realtà socio-economica nonché culturali – consiste nel formare professionisti e soprattutto ricercatori consapevoli di quanto le conoscenze storico-critiche siano indispensabili per una corretta attribuzione di valori nel campo dei Beni culturali.

A ciò si affianca la necessità di fornire adeguate indicazioni metodologiche e strumenti operativi idonei per una compatibile e sostenibile gestione del patrimonio architettonico, urbano e paesaggistico presente nei contesti naturali o nei territori fortemente antropizzati. Il patrimonio architettonico e paesaggistico, infatti, rappresenta il vasto ambito di ricerca su cui si focalizzano le specificità scientifiche del dottorato, nella consapevolezza che i metodi disciplinari della ricerca costituiscono anche il primo passo verso la tutela, la conservazione e la valorizzazione dei beni culturali stessi.

Nello specifico, quindi, il dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici rivolge la propria attenzione al patrimonio sia per migliorarne

*The scientific mission of the Ph.D. in Architectural and Landscape Heritage at the Politecnico di Torino – responding to the need, shared by the scientific world and the various socio-economic and cultural realities – is to train professionals and above all researchers aware of how much historical-critical knowledge is indispensable for a correct attribution of values in the field of Cultural Heritage.*

*In addition, there is the need to provide adequate methodological indications and suitable operational tools for a compatible and sustainable management of the architectural, urban and landscape heritage present in natural contexts or in highly anthropized territories. Indeed, the architectural and landscape heritage represents the wide field of research on which the scientific peculiarities of the doctorate are focused, in the awareness that the disciplinary methods of research also constitute the first step towards the safeguard, conservation, and enhancement of Cultural Heritage.*

*Specifically, therefore, the Ph.D. in Architectural and Landscape Heritage turns its attention to heritage both to improve*

gli strumenti – tradizionali e innovativi – di conoscenza, gestione e conservazione del costruito storico, sia per indirizzare il progetto di innovazione e/o di compatibile trasformazione affinché siano mantenuti i valori materiali e immateriali dell'esistente. Questi devono essere correttamente compresi, preservati e valorizzati, ma anche condivisi – attraverso adeguati strumenti di informazione e divulgazione – sia dalla comunità scientifica sia delle comunità di riferimento territoriali.

Ciò presuppone un'offerta didattica che risponda convenientemente ai nuovi bisogni della società e all'accelerazione del progresso delle tecnologie. Pertanto la Scuola di Dottorato (SCUDO) vuole che i propri allievi abbiano non solo competenze tecniche specifiche ma anche trasversali tali da sviluppare sensibilità all'interdisciplinarietà e capacità nell'affrontare il lavoro di gruppo; perfezionare linguaggi e strumenti informatici; approfondire i differenti campi della gestione e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali; valorizzare adeguatamente i risultati della ricerca e della proprietà intellettuale; costruire future carriere accademiche e professionali.

Un'offerta formativa, quindi, a integrazione e arricchimento della didattica di primo e secondo livello, rappresentata soprattutto dai “corsi di eccellenza” che offrono ai dottorandi opportunità per approfondire saperi specialistici e avanzati strumenti tecnici.

Le principali peculiarità di tali corsi sono: il carattere trasversale; l'interesse che deve suscitare negli allievi di altri dottorati; la multidisciplinarietà

*the tools – traditional and innovative – of knowledge, management and conservation of historical buildings, and to direct the project of innovation and/or compatible transformation so that the tangible and intangible values of the existing are maintained. These values must be correctly understood, preserved and valued, but also shared – through appropriate information and dissemination tools – by both the scientific community and the territorial communities.*

*This aim presupposes an educational offer that responds appropriately to the new needs of society and the acceleration of technological progress. Therefore, the Doctoral School (SCUDO) wants its students to have not only specific technical skills but also transversal ones, so as to develop sensitivity to interdisciplinarity and ability to deal with teamwork; to perfect computer languages and tools; to deepen the different fields of management and knowledge of European and international research systems; to adequately exploit the results of research and intellectual property; to build future academic and professional careers.*

*An educational plan, therefore, to integrate and enrich the first and second level didactics, represented above all by the “Excellence Courses” that offer doctoral students opportunities to deepen their specialist knowledge and advanced technical tools.*

*The main peculiarities of these courses are: the transversal character; the interest that must be aroused in the students of other doctorates; the multidisciplinary such as to involve different disciplines; the coherence of the cours-*

tale da poter coinvolgere discipline diverse; la coerenza dei corsi con le strategie scientifiche del dottorato o di più dottorati; l'integrazione dell'offerta didattica con l'insieme delle attività formative di III livello mostrando, quindi, non esclusivi caratteri di occasionalità o di eccessiva specializzazione; l'eccellenza scientifica dei docenti proponenti e coinvolti; l'apporto internazionale, in termini di confronto tra ricerche nazionali e ambiti di studio transfrontalieri; la possibilità di pubblicare gli esiti delle giornate di studio.

In tale contesto si colloca proprio il corso di eccellenza dal titolo “*Complex Vaulted Systems: Geometry, Design, Construction*”, proposto da Roberta Spallone, docente del dottorato e tenuto da esperti provenienti da atenei italiani e spagnoli. Il corso ha suscitato l'interesse non solo degli allievi del dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici ma anche la curiosità di studenti di altri dottorati; ha registrato la partecipazione di neo-laureati e laureandi; ha visto, soprattutto, il coinvolgimento, a vario titolo, di docenti e studiosi internazionali. Le lezioni si sono articolate con contributi di inquadramento generale che hanno preceduto specifici approfondimenti su casi studio. Proprio tale scelta ha fatto sì che il corso abbia offerto quanto auspicato dalle politiche scientifico-didattiche di Ateneo: multidisciplinarietà; puntuali riferimenti ad ambiti di ricerca nazionali e internazionali; coinvolgimento di partner accademici stranieri. Ma soprattutto, come dimostra l'iniziativa della pubblicazione di questo libro, la volontà di rendere noti gli esiti della ricerca coinvolgendo non solo gli addetti ai lavori ma un pubblico più ampio. Un'operazione

*es with the scientific strategies of the doctorate or of several doctorates; the integration of the didactic program with the whole III level training activities showing, therefore, not exclusive characteristics of occasionality or excessive specialization; the scientific excellence of the lecturers proposing and involved; the international contribution, in terms of comparison between national research and cross-border study areas; the possibility to publish the results of the study days.*

*This is the context of the Excellence Course entitled “Complex Vaulted Systems: Geometry, Design, Construction”, proposed by Roberta Spallone, Ph.D. teacher, and held by scholars from Italian and Spanish universities. The course has aroused the interest not only of the students of the Ph.D. in Architectural and Landscape Heritage but also the curiosity of students of other Ph.Ds.; it has been also attended by new graduates and undergraduates; and, above all, it has involved in various ways several international teachers and scholars.*

*The lessons were articulated with general background contributions that preceded specific in-depth analyses on case studies. This choice meant that the course offered what the Athenaeum's scientific-didactic policies wanted: multidisciplinary; precise references to national and international research areas; involvement of foreign academic partners.*

*But above all, as demonstrated by the initiative of the publication of this book, the desire to make the results of the research known by involving not only insiders but a wider public. A praise-*

lodevole, che spesso non viene presa in considerazione da chi gestisce, a vario titolo, sia la ricerca che la didattica di terzo livello.

*Emanuele Romeo*

Professore ordinario di Restauro

Direttore del Dottorato di Ricerca in Beni  
Architettonici e Paesaggistici

Dipartimento di Architettura e Design

Politecnico di Torino

*worthy operation, which is often not taken into consideration by those who manage, for various reasons, both research and third level didactics.*

Emanuele Romeo

*Full Professor of Restoration*

*Director of the Ph.D. in Architectural and  
Landscape Heritage*

*Department of Architecture and Design*

*Politecnico di Torino*