

ESEMPI DI ARCHITETTURA

Spazi di riflessione

29

Direttore

Olimpia Niglio

Kyoto University, Japan

Comitato scientifico

Taisuke Kuroda

Kanto Gakuin University, Yokohama, Japan

Rubén Hernández Molina

Universidad Nacional, Bogotá, Colombia

Alberto Parducci

Università degli Studi di Perugia

Enzo Siviero

Università Iuav di Venezia, Venezia

Alberto Sposito

Università degli Studi di Palermo

Karin Templin

University of Cambridge, Cambridge, UK

Comitato di redazione

Giuseppe de Giovanni

Università degli Studi di Palermo

Marzia Marandola

Sapienza Università di Roma

Mabel Matamoros Tuma

Instituto Superior Politécnico José a. Echeverría, La Habana, Cuba

Alessio Pipinato

Università degli Studi di Padova

Bruno Pelucca

Università degli Studi di Firenze

Chiara Visentin

Università IUAV di Venezia

EdA – Collana editoriale internazionale con obbligo del *Peer review* (SSD A08 – Ingegneria Civile e Architettura), in ottemperanza alle direttive del Consiglio Universitario Nazionale (CUN), dell’Agenzia Nazionale del sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) e della Valutazione Qualità della Ricerca (VQR). Peer Review per conto della Direzione o di un membro della Redazione e di un Esperto Esterno (*clear peer review*).

ESEMPI DI ARCHITETTURA

La collana editoriale Esempi di Architettura nasce per divulgare pubblicazioni scientifiche edite dal mondo universitario e dai centri di ricerca, che focalizzino l'attenzione sulla lettura critica dei progetti. Si vuole così creare un luogo per un dibattito culturale su argomenti interdisciplinari con la finalità di approfondire tematiche attinenti a differenti ambiti di studio che vadano dalla storia, al restauro, alla progettazione architettonica e strutturale, all'analisi tecnologica, al paesaggio e alla città.

Le finalità scientifiche e culturali del progetto EDA trovano le ragioni nel pensiero di Werner Heisenberg Premio Nobel per la Fisica nel 1932.

... È probabilmente vero, in linea di massima, che nella storia del pensiero umano gli sviluppi più fruttuosi si verificano spesso nei punti d'interferenza tra diverse linee di pensiero. Queste linee possono avere le loro radici in parti assolutamente diverse della cultura umana, in diversi tempi ed in ambienti culturali diversi o di diverse tradizioni religiose; perciò, se esse veramente si incontrano, cioè, se vengono a trovarsi in rapporti sufficientemente stretti da dare origine ad un'effettiva interazione, si può allora sperare che possano seguire nuovi ed interessanti sviluppi.

Spazi di riflessione

La sezione Spazi di riflessione della collana EdA, Esempi di Architettura, si propone di contribuire alla conoscenza e alla diffusione, attraverso un costruttivo confronto di idee e di esperienze, di attività di ricerca interdisciplinari svolte in ambito sia nazionale che internazionale. La collana, con particolare attenzione ai temi della conservazione del patrimonio costruito nonché dell'evoluzione del processo costruttivo anche in ambito ingegneristico, è finalizzata ad approfondire temi teorici e metodologici propri della progettazione, a conoscere i protagonisti promotori di percorsi evolutivi nonché ad accogliere testimonianze operative e di attualità in grado di apportare validi contributi scientifici. Le attività di ricerca accolte nella collana EdA e nella sezione Spazi di riflessione possono essere in lingua straniera.

La presente pubblicazione è realizzata grazie ai fondi dei Progetti di Ricerca dell'Ateneo di Genova (P.R.A. 2014).

Cristina Cándito

**Modelli e immagini
per la rappresentazione dell'architettura**





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

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

www.giacchinoonoratieditore.it
info@giacchinoonoratieditore.it

via Sotto le mura, 54
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-548-9802-8

*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: novembre 2016

Indice

- 9 Ringraziamenti / *Acknowledgments*
- 13 Presentazione / *Presentation*
Agostino De Rosa
- 17 Introduzione / *Introduction*

- Parte I – Modello, immagine e geometria
- 27 Introduzione

- 29 Capitolo 1. Superfici piane e solidi
- 31 *1.1. Solidi troppo regolari*
- 36 *1.2. Stereometria e architettura*

- 39 Capitolo 2. Geometria e rappresentazione digitale delle superfici curve
- 44 2.1. Linee e superfici curve: classificazioni e trasformazioni nella rappresentazione digitale
- 54 2.2. Alcuni esempi di superfici curve in architettura

- 57 Capitolo 3. Spazio e tempo: geometria proiettiva e topologia

- Parte II - Configurazioni geometriche e architettoniche: dalla tradizione al digitale
- 67 Introduzione

- 69 Capitolo 1. Simmetrie, serie, tassellature: dalla regolarità al caos

- 79 Capitolo 2. Configurazioni di trasformazione: strutture, pannellature, geodetiche, piegature e tensostrutture

- 85 Capitolo 3. Proporzioni e frattali

Parte III - Modello, immagine e simulazione

- 93 Introduzione
- 95 Capitolo 1. Modello e parametro
- 99 *1.1. Il passaggio dal modello fisico al digitale e ritorno*
Andrea Anselmo
- 108 *1.2. Una forma variabile*
Giacomo Pala
- 115 Capitolo 2. Modello e immagini dinamiche per l'architettura
- 115 *2.1. Immagini dinamiche e modelli virtuali: simulazione e con-*
divisione
- 119 *2.2. Fotografia sferica e fotomodellazione: alta definizione e in-*
terattività
- 131 Conclusioni / *Conclusion*
- 137 Crediti illustrazioni
- 141 Bibliografia

Ringraziamenti / *Acknowledgments*

Sono numerose le persone che devo ringraziare perché, in vari modi, mi hanno permesso di scrivere questo libro.

Ringrazio Maura Boffito, che mi ha insegnato la passione per la storia della prospettiva e per la prospettiva storica, e Riccardo Migliari, che mi ha permesso di formarmi attraverso le sue avanzate ricerche nel settore.

Ci sono stati molti incontri che mi hanno fornito spunti di riflessione e stimoli critici: a Madrid, grazie a Manuel Gausa Navarro, con il gruppo di rappresentazione dell'architettura di Atxu Amann y Alcocer, tra cui Javier Argota Sánchez–Vaquerizo e Ismael García Ríos, che mi ha permesso di conoscere le esperienze didattiche dell'applicazione parametrica alla geometria descrittiva; sempre a Madrid, con José Ballesteros, che mi ha trasmesso con travolgente entusiasmo la sua fiducia nelle tecnologie digitali al servizio della creatività dell'architetto.

Sono grata anche ai colleghi coi quali ho avuto proficui colloqui sulle tematiche legate a questo testo, come Giuseppe Amoruso, Leonardo Baglioni, Agostino De Rosa, Andrea Giordano, Matteo Flavio Mancini, Leonardo Paris, Jessica Romor, Marta Salvatore e Graziano Valenti. Moltissimi sono coloro che hanno fornito utili dati attraverso i loro studi, citati nella bibliografia, anche se mi assumo ovviamente la responsabilità per gli errori e le incompletezze del mio testo.

Al gruppo del citato P.R.I.N. 2010/11 sulle “*Prospettive Architettoniche*” devo anche la possibilità di incontro con Mario Carpo (*Bartlett School of Architecture, London*), con João Pedro Xavier (*Universidade do Porto*) e con Cornelia Leopold (*Technischen Universität Kaiserslautern*).

Devo ringraziare l'*Unione Italia del Disegno* (U.I.D.) per aver fornito, attraverso i convegni annuali, delle proficue occasioni di incontro con i colleghi.

Sono riconoscente a Luigi Gambarotta per la condivisione del corso di Rappresentazione parametrica e Morfologia strutturale (*Università degli studi di Genova, Dipartimento di Scienze per l'Architettura*).

Ringrazio anche Mostafa Rabea Khalifa (*Faculty of Architectural Engineering, Beirut*) per aver organizzato l'*Algorithm Summer School* a

Roma nel mese di Luglio del 2016: occasione che mi ha permesso anche di incontrare Arturo Tedeschi e Maurizio Degni, oltre ad uno stimolante gruppo internazionale di studenti.

Non posso poi dimenticare di esprimere la mia riconoscenza a coloro che con pazienza hanno ascoltato e supportato le mie idee nel realizzare le immagini di questo libro o sue parti: Giambattista Gherzi, Giacomo Pala e Andrea Anselmo, oltre a Roberto Babbetto, Fulvio Capolupo e Davide Russo, per avermi supportata nella realizzazione delle campagne fotografiche e delle elaborazioni di immagini. Ringrazio anche coloro che hanno letto le bozze del libro, come Enrico Serinelli e, per le parti in inglese, Martina Carlini.

Dedico questo libro alla mia famiglia e agli amici che permettono di sorridere nelle difficoltà.

There are many people I should thank for their precious contribution in allowing me to write this book.

I would like to express my gratitude to Maura Boffito, who inspired my passion for the history of perspective and for historical perspective, and Riccardo Migliari, from whom I could learn thanks to his advanced research in the field.

Many people provided useful comments to reflect upon: thanks to Manuel Gausa Navarro, I had the opportunity to meet the team of architectural representation of Atxu Amann y Alcocer in Madrid, and more specifically: Javier Argota Sánchez–Vaquerizo and Ismael García Ríos, thanks to whom I was able to learn about the didactic experiences of the parametric application to descriptive geometry. Also in Madrid, José Ballesteros enthusiastically instilled trust in me using digital technologies at the service of the architect's creativity.

I would also like to thank my colleagues with whom I shared fruitful conversations on the subjects of my contribution, such as Giuseppe Amoroso, Leonardo Baglioni, Agostino De Rosa, Andrea Giordano, Matteo Flavio Mancini, Leonardo Paris, Jessica Romor, Marta Salvatore and Graziano Valenti. Many provided useful data through their contributions, which are quoted in the present study: all the contributions proved extremely useful. Nonetheless I take full responsibility for any errors and anything I might have missed out in my study.

To the team of P.R.I.N. 2010/11 on "Architectural Perspectives" I owe the possibility to meet Mario Carpo (Bartlett School of Architec-

ture, London), João Pedro Xavier (Universidade do Porto) and Cornelia Leopold (Technischen Universität Kaiserslautern).

I would thank the Italian Association for Drawing (Unione Italia del Disegno, U.I.D.) for giving me many important occasion to meet colleagues.

I am grateful to Luigi Gambarotta for sharing with me the course of Parametric Representation and Structural Morphology (University of Genoa, Department of Sciences for Architecture).

Many thanks to Mostafa Rabea Khalifa (Faculty of Architectural Engineering, Beirut) for organising the Algorithm Summer School in Rome, July 2016. On this occasion I had the chance to meet Arturo Tedeschi and Maurizio Degni and I also enjoyed meeting a stimulating group of international students.

I would also like to thank those who patiently listened and sustained my ideas in realising the images of this contribution and its parts: Giambattista Ghersi, Giacomo Pala and Andrea Anselmo as well as Roberto Babbetto, Fulvio Capolupo and Davide Russo for their support in carrying out the photographic studies and elaborating the images. I would also like to thank those who read the drafts, Enrico Serinelli and, for the English version, Martina Carlini.

I dedicate this book to my family and friends that allow to smile in trouble.

Presentazione / *Foreword*

Conosco Cristina Cándito da molti anni, sin da quando si condividevano i primi (almeno per noi) convegni dell'UID (Unione Italiana del Disegno) e ci si avviava insieme alla carriera accademica (con le conseguenti preoccupazioni ed entusiasmi): sin da allora le ho sempre riconosciuto, oltre alle indubbie doti umane, una grande capacità di prestare attenzione, nelle sue ricerche e nelle sue pubblicazioni, alle molte connessioni interdisciplinari che il tema del Disegno in quegli anni iniziava a squadernare e che oggi emergono in maniera palese e talvolta problematica. Credo che questo volume sia un compimento di quell'attenzione, in particolare un segno di apertura che una studiosa seria e preparata come lei esprime verso un mondo speculativo, quello dell'architettura parametrica, che ancora presenta zone d'ombra interpretative, a fronte di un potenzialmente sterminato campo di applicazioni (e un conseguente successo mediatico). Per dissolvere queste ombre, l'autrice ricorre ad uno strumento scientifico proprio della sua formazione: la geometria. Come è noto, definire cosa sia 'architettura parametrica' o 'architettura progettata parametricamente' è cosa molta complessa: molti studiosi si sono attardati su queste definizioni, individuando nelle sperimentazioni di Luigi Moretti (1907-1973), Bruno De Finetti (1906-1985) e Sergio Musmeci (1926-1981) i prodromi di questo approccio alla progettazione di strutture, artefatti e spazi che riconosce proprio nel *parametro* e nell'*algoritmo* due elementi generatori della forma che diventa solo il risultato di un lungo processo creativo e speculativo antecedente. L'autrice è consapevole però (e ne da conto nella prima parte del volume) della distinzione tra modellazione parametrica e modellazione algoritmica: pure se alcuni *script* possano ricadere sia nell'una che nell'altra tipologia, appare evidente che il tema della *variabilità* pertenga alla prima, mentre alla seconda sia riconducibile la nozione di *processo* che genera la rappresentazione. In tal senso, Cristina avverte come primaria la necessità riappropriarsi, per dare compimento a questo approccio, delle conoscenze sulla geo-

metria e sulle tecniche di rappresentazione, sulle leggi fisiche che governano le strutture e via elencando, soprattutto allorquando dall'architetto vengano impiegati specifici *software* parametrici (come *Grasshopper*), fortemente radicati su un motore di definizione matematica della geometria (come *Rhinoceros*). La sezione dedicata alla geometria nel testo offre l'ambiziosa visione di espandere il campo delle competenze specialistiche dell'architetto/rappresentatore che dalla Geometria Descrittiva, evocata soprattutto per le sue intime radici proiettive, si estenda soprattutto verso quella frattalica e verso la topologia. Gli esempi (anche grafici) forniti dal testo sono molto didascalici e chiari, con lo scopo di fornire della fondamenta comuni a chi si avvicina alle tematiche affrontate nel testo. Più avanti, l'autrice introduce le modalità digitali di configurazione delle forme per l'architettura, con particolare attenzione al problema della tassellazione delle superfici piane e curve, delle serie e delle infinite specie di simmetria potenzialmente esperibili nelle forme che la 'nuova' architettura sta esprimendo in ambito nazionale e internazionale e di cui il lavoro di Philippe Block dell'*ETH* di Zurigo forse costituisce un esempio paradigmatico, almeno per chi scrive: nelle sue mani la modellazione parametrica diviene semplice fondamento del suo lavoro di ricerca, ovvero strumento con cui fare altro da sé. I casi studio affrontati nel testo e nella parte terza, con l'aiuto di Andrea Anselmo (che indaga lo *shifting* tra modello fisico e modello digitale) e Giacomo Pala (che affronta il tema della teoria della forma e alla sperimentazione progettuale connessa) completano un quadro in cui molte ricerche condotte da Cristina, a titolo personale oppure all'interno di *milieu* più ampi (come, ad esempio, nei PRIN cui ha partecipato recentemente) trovano un orizzonte esegetico comune. Girard Desargues (1591-1661) ci ha insegnato che doveva esistere una *manière universelle* che tenesse insieme, raggruppasse e motivasse profondamente le applicazioni prospettiche, gnomoniche e stereotomiche: forse oggi è giunto il momento che si rinnovi questa aspirazione, nel tentativo di trovare un nuovo esperanto proiettivo, geometrico e (forse) digitale che leghi intimamente il processo generativo delle forme: il libro di Cristina Càn-dito potrebbe essere uno dei tasselli di questo nuovo approccio, proiettato nel futuro ma memore del passato.

Agostino De Rosa, Professore ordinario, Università Iuav di Venezia

I have known Cristina Cándito for many years, since we participated in our first UID (Italian Union for Drawing) conferences, while both heading towards our academic careers, with all the joy and worries that come with it. Her qualities have always stood out, particularly her ability to show attention - through her research and publications - to numerous interdisciplinary connections that at the time were being unveiled in the field of Drawing, but that today are more evident and also often problematic. I believe that the present volume was accomplished due to that ability to show attention to detail, which is complemented by her open-mindedness as a professional and zealous researcher in the speculative world of parametric architecture, which still has interpretative grey areas in view of its potentially endless fields of application (and its consequential widespread success). In order to clarify these grey areas, the author utilises a scientific tool that is specific to her education: geometry. As is known, defining “parametric architecture” or “parametrically-designed architecture” is an extremely complex matter. Many researchers devoted their energies to this issue. The experimentation of Luigi Moretti (1907-1973), Bruno De Finetti (1906-1985) and Sergio Musmeci (1926-1981) can be considered as the forerunner of the approach to designing structures, artefacts and spaces, where parameter and algorithm are the two generating elements of forms, which are in the end simply the result of a long prior process, that is also creative and speculative. However, the author is aware of the distinction between parametric modelling and algorithmic modelling and she explains it in the first part of the volume. Even if a number of scripts can fall into both, it is evident that the topic of variability pertains to parametric modelling, while algorithmic modelling is connected to the notion of process generating representation. In this sense, in order to apply this approach, Cristina believes it is paramount to go back to the knowledge of geometry and representation techniques, and the physical laws governing structures, etc., especially when architects use specific parametric pieces of software (i.e. Grasshopper), strongly rooted in a system

where geometry is defined mathematically (i.e. Rhinoceros). The section of the volume dedicated to geometry suggests the ambitious vision to expand the field of expertise of an architect/representer from Descriptive Geometry (mentioned mainly for its projective tradition) to fractal geometry and topology. The textual and graphic examples provided in the volume are extremely clear and well-explained in order to provide common ground for whoever approaches the subjects analysed in the contribution. Further on in the volume, the author introduces the topic of digital methods of configuration in architectural forms, with particular reference to the issue of tessellation of curved and flat surfaces as well as series and the infinite types of symmetry. These infinite types of symmetry can potentially be accomplished in the forms that are expressed through the “new” architecture, on a national and international level. In the opinion of this writer a paradigmatic example of this topic is the work by Philippe Block from the ETH, Zurich: in his hands parametric modelling becomes simply the foundation for his research, i.e. a tool to achieve something else. The case studies examined in the volume and in its third part, with the help from the research of Andrea Anselmo (who investigates the theme of shifting in physical and digital models) and Giacomo Pala (who deals with the theory of shape and experimentation in design connected with it), complete the framework in which many pieces of research conducted by Cristina, on her own initiative or within wider milieus (i.e. PRIN, which she recently participated in), find a common exegetic horizon. Girard Desargues (1591-1661) taught us that there should be a manière universelle holding together, gathering and profoundly impacting gnomonic, stereotomic and perspective applications. Perhaps the time has come to rediscover this aspiration, in the attempt to find a new projective, geometric and (possibly) digital Esperanto to more closely connect the generative process of forms. This book by Cristina Cándito could be one piece of the puzzle in this new approach, envisioning the future but deeply rooted in the past.

Agostino De Rosa, Full Professor, Iuav University of Venezia

Introduzione / *Introduction*

Gli aspetti innovativi della rappresentazione nell'ambito della creazione di modelli virtuali e di immagini digitali per l'architettura sono al centro di ogni tematica affrontata nel presente testo. Lo scopo è quello di collocare culturalmente alcuni strumenti attuali in un più ampio quadro costituito dal sapere artistico e scientifico, al fine di comprendere la coniugazione tra ispirazioni immaginifiche ed esigenze oggettive nella configurazione delle forme architettoniche. A questo scopo, si descrivono alcune categorie di strumentazioni digitali al servizio della rappresentazione, individuando le eventuali influenze sui valori formali, sulle loro proprietà geometriche e sulle loro applicazioni all'architettura del passato e del presente, reale o virtuale. Lo studio è eseguito anche attraverso la sperimentazione diretta nella realizzazione di immagini e modelli, idonea a verificare l'effettiva influenza di questi strumenti nei settori di impiego relativi alla rappresentazione dell'architettura.

Gli strumenti informatici vengono considerati in relazione alla funzione che svolgono nel temperare il sapere tradizionale con le trasformazioni del linguaggio grafico contemporaneo.

La prima parte del testo è dedicata alla geometria, poiché in essa si riconosce la fondamentale premessa per un'individuazione del citato quadro artistico e scientifico. Infatti, la geometria tradizionale, ancor prima di essere trasgredita in nome di altri eventuali paradigmi, deve essere necessariamente conosciuta da coloro che generano o fruiscono i modelli e le immagini per l'architettura. La trattazione scaturisce da un punto di vista legato alla pratica della rappresentazione sia nei modi tradizionali, sia in quelli digitali e comprende argomenti matematici, contenuti di storia delle scienze e applicazioni informatiche per il disegno.

Le tematiche sono corredate da esempi architettonici che, pur non essendo esaustivi rispetto al vasto panorama, risultano essenziali per

effettuare un immediato riferimento pratico nell'individuazione delle categorie considerate.

Si osserva come occorra disporre di un'ampia gamma di fondamenti geometrici e di modalità operative per effettuare le opportune scelte che determinano in maniera significativa il risultato finale. Diventa, dunque, necessario declinare la geometria nelle sue diverse branche per ampliare il campo dei fondamenti geometrici. Per la rappresentazione dello spazio, la geometria descrittiva svolge un ruolo fondamentale, specie se intesa come applicazione della geometria proiettiva, ma l'interesse si estende anche ad altre geometrie, tra le quali la topologia assume un significato particolare.

Nella seconda parte della ricerca si sono approfonditi alcuni temi caratteristici delle modalità digitali di configurazione delle forme per l'architettura.

Le tassellature (o tassellazioni) del piano e dello spazio, pur vantando un'antica tradizione, sono trattate per la potenzialità offerta dalla velocità di calcolo informatico, ma anche per il possibile ruolo nell'evoluzione della rappresentazione dell'architettura secondo canoni meno tradizionali e maggiormente rispondenti al linguaggio contemporaneo, apparentemente casuale e caotico, come quello che converte le simmetrie tradizionali nelle logiche dell'attrattore o del diagramma di Voronoi.

Le modalità e i compromessi adottati nella rappresentazione e realizzazione delle superfici curve permettono poi di assimilare una tipologia architettonica, esemplificata dalle cupole geodetiche, alle modalità impiegate dalla grafica informatica e ad alcune strategie della modellazione parametrica legate alla pannellizzazione delle superfici stesse.

Sempre nella logica della trasformazione, vengono confrontate le tradizionali logiche della proporzione alla geometria dei frattali, per la comunanza dell'interesse nella relazione tra l'insieme compositivo e le sue singole parti, che trova riflessi nell'architettura e nelle configurazioni urbanistiche.

La terza parte del testo è dedicata a ricerche ed esperimenti praticati attraverso le immagini e i modelli. Il modello, materiale o virtuale, fornisce un campo ideale per la simulazione di fenomeni reali esistenti o ipotizzabili. La modellazione, infatti, permette di superare la limitante interpretazione del disegno informatico come semplice ausilio

per il tracciamento preciso delle linee e la gestione degli attributi grafici e di *rendering*.

Un importante elemento è individuato nella modellazione parametrica, capace di legare dinamicamente le istanze formali a quelle funzionali.

Il contributo di Andrea Anselmo fornisce una prospettiva che parte dalle origini del modello materiale e, attraverso alcune significative fasi evolutive delle configurazioni virtuali, riconduce alla materialità del modello attraverso le modalità della fabbricazione robotica.

Il brano di Giacomo Pala propone interpretazioni sul fenomeno del modello parametrico attraverso riflessioni sulla teoria della forma ed esperimenti legati ad alcune strategie di configurazione architettonica.

Si evidenziano, poi, ulteriori potenzialità degli attuali strumenti informatici nelle possibilità di applicazione della modellazione al movimento, con la creazione di nuovi spazi, reali o virtuali, da esplorare con modalità che superano le regole tradizionali della rappresentazione. Le potenzialità delle immagini vengono ampliate anche grazie ai grandi cambiamenti teorici e operativi nella comunicazione dell'architettura, che prevede una struttura ipertestuale, capace di accogliere e condividere dati eterogenei in maniera dinamica e interattiva.

Per finire, si descrivono alcune esperienze legate all'impiego delle tecniche della fotografia digitale per lo studio e la valorizzazione dei beni culturali, attraverso la creazione di modelli e immagini derivate da nuvole di punti o da fotografie sferiche. Lontano dal costituire un mero sfoggio di tecnologie, le applicazioni pratiche spaziano dalla documentazione a scopo conoscitivo o di conservazione, all'ampliamento dell'accessibilità del patrimonio artistico.

Nel suo insieme, la ricerca presenta un carattere di continuità con gli studi effettuati nell'ambito dei Progetti di Ricerca di Interesse Nazionale sul tema dell'influenza degli strumenti digitali sulla disciplina della rappresentazione scientifica (P.R.I.N. 2008, "*Il rinnovamento della Geometria Descrittiva*"; coordinatore scientifico: Riccardo Migliari; responsabile dell'Unità di Genova: Maura Boffito) e sulla loro applicazione allo studio del patrimonio delle raffigurazioni prospettiche (P.R.I.N. 2010/11, "*Prospettive Architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio*"; coordinatore scientifico: Riccardo Migliari; responsabile dell'Unità di Genova: Maura Boffito).

Dopo aver descritto i contenuti è opportuno illustrare le omissioni del presente libro, causate da una precisa volontà o, spesso, da difficoltà riscontrate da chi scrive. Il proposito è quello di riportare i soli argomenti di cui si è in grado di fornire un'adeguata documentazione sia nel versante scientifico, sia in quello architettonico. Per raggiungere questo obiettivo è stato necessario ricorrere in maniera privilegiata agli strumenti legati alla rappresentazione dell'architettura.

Gli esempi architettonici sono selezionati per fornire un'illustrazione degli argomenti trattati e spesso sono costretti al loro ruolo di esemplificazioni di una data caratteristica geometrica, nonostante si riconosca a ciascuno di essi una profondità culturale e creativa che meriterebbe una trattazione a parte.

Gli argomenti sono spesso circoscritti al loro carattere funzionale alla teoria di base del testo: il rapporto tra geometria, rappresentazione dell'architettura e innovazioni digitali. L'intento, peraltro, è quello di delineare un quadro ordinato e capace di contenere opportuni rimandi e di fornire elementi di approfondimento specifici per ogni argomento.

La classificazione degli argomenti scaturisce da una concezione personale e i rimandi interni sono ridotti all'essenziale, perché avrebbero delineato un quadro più confuso qualora riportati in maniera puntuale, pur nella consapevolezza di trascurare talvolta legami capaci di illustrare la complessità degli argomenti scelti. La tripartizione del testo, inoltre, ha spesso comportato la forzatura di alcuni argomenti all'interno di uno schema predeterminato, ma anche questa semplificazione è stata ritenuta funzionale per focalizzare i singoli problemi.

Le fonti consultate per le diverse tematiche non risultano omogenee, numericamente e tipologicamente, poiché necessariamente spaziano dall'ambito della rappresentazione a quello più propriamente architettonico, oltre a coinvolgere testi legati all'ambito storico e scientifico.

The present contribution examines the innovative aspects of representation in the creation of virtual models and digital images for architecture. The aim is to culturally collocate a number of current tools within the wider framework of artistic and scientific knowledge, in order to understand the connection between highly imaginative inspiration and objective requirements in the configuration of architectural forms. For this purpose, several categories of digital instrumentation used for representation are described to identify the possible influences on formal values, on their geometrical properties and on their

application to past or present, real or virtual, architecture. Additionally, the study experiments directly with how to create images and models, in order to verify the effective influence of this instrumentation in the fields connected to architectural representation.

The IT tools are evaluated in relation to the function they hold in mediating between traditional knowledge and the transformations of contemporary graphical language.

The first part of the contribution is dedicated to geometry, because it is the fundamental premise in identifying the aforementioned framework of artistic and scientific knowledge. Indeed, before breaking its rules due to other eventual paradigms, traditional geometry must first and foremost be understood by those generating or using the models and images for architecture. The contribution has its foundation in the practice of representation both using traditional and digital methods, and it includes themes on mathematics, history of science, and computer applications for drawing.

The examined topics are enriched with architectural examples, which are not exhaustive with regards to this broad theme, but provide an immediate practical reference to identify the categories taken into account.

Observations are then made about the basics of geometry and the working methods necessary to make adequate choices, which will significantly determine the end result. Hence, it is essential to provide an overview of the various branches of geometry in order to broaden its foundations. Descriptive geometry plays a fundamental role in spatial representation, especially if intended as the application of projective geometry. However, focus is also extended to other geometries – i.e. topology, which becomes particularly significant.

The second part of the research analyses several topics on the digital methods of configuration of architectural forms.

Planar and spatial tessellations are taken into account not for their ancient tradition, but for the potential offered by the speed of their computing capacity, as well as their potential role in the evolution of architecture configuration according to less traditional standards, which are mostly connected to contemporary (apparently chaotic) architectural language, i.e. the language converting traditional symmetries in the logics of the attractor or the Voronoi diagram.

The methods and compromises in representing and realising curved surfaces, allow an architectural typology (exemplified by geo-

detic domes) to be integrated into the methods used in digital graphics together with some strategies of parametric modelling related to the pannellisation of the same surfaces.

On the theme of transformation, the traditional standards of proportion are compared to fractal geometry, as they both focus on the relation between the compositional whole with its single parts, which has affinities with architecture and urban structures.

The third part of the contribution deals with the research and experiments carried out using images and models. The model (material or virtual) is the ideal tool to simulate existing or possible phenomena. In fact, thanks to solid modelling, digital drawing can be considered as something more than a simple aid to draw precise lines and manage graphical attributes and renderings.

Parametric modelling is identified as an important element in the study, because it dynamically connects formal and functional necessity.

The contribution by Andrea Anselmo offers a viewpoint that starts from the origin of the material model to take it back through several significant evolutionary stages of virtual configurations to producing material models using robotic manufacturing.

The contribution by Giacomo Pala proposes interpretations of the parametric model phenomenon by analysing the theory of shape and experimenting on some strategies for architectural configuration.

Furthermore, attention is given to the possibility of using current IT tools to apply modelling to movement, thus creating new spaces (real or virtual) that can be explored in ways that go beyond the traditional rules of representation. The potential of images is also increased thanks to the significant theoretical and operational changes in architectural communication, which involves hypertext structures, able to receive and share heterogeneous data in a dynamic and interactive way.

Finally, the contribution describes several experiences linked with the use of digital–photography techniques for the study and valorisation of cultural heritage, by creating models and images derived from point clouds or spherical photos. These practical applications are not used for a mere display of cutting–edge technology – on the contrary, they are used to document for an exploratory or conservational purpose and to make cultural heritage more accessible.

As a whole, the study draws on the research carried out within the Research Project of National Interest about the influence of digital tools on the discipline of scientific representation (P.R.I.N. 2008, “The innovation of Descriptive Geometry”; scientific coordinator: Riccardo Migliari; Genoa’s Team supervisor: Maura Boffito) and on their application to the study of perspective representations (P.R.I.N. 2010/11, “Architectural Perspective: digital conservation, distribution and research”; scientific coordinator: Riccardo Migliari; Genoa’s Team supervisor: Maura Boffito).

Having described the contents of the contribution, it is also necessary to specify its omissions, dictated by the writer’s decisions or often by difficulties encountered. The aim is to take into consideration only the themes on which adequate documentation, both scientific and architectural, can be provided. In order to achieve this aim, it was especially necessary to use the tools connected with architectural representation.

Architectural examples have been selected to illustrate the examined topics, but are often limited in that they are examples of a specific geometrical characteristic, even if an in-depth contribution could be written on each one of them, due to their cultural and creative significance.

The topics are often limited to their function as support for the theory this contribution is based upon: the relationship between geometry, architectural representation and digital innovation. The aim is to delineate a precise framework able to include pertinent references and provide in-depth elements of analysis for each topic.

The writer decided on the method to classify the topics and the internal references are limited to the essential, because, even though a higher number of references could have helped in understanding the complexity of the researched topics, in this case they would have led to a chaotic framework.

The decision of dividing the contribution into three chapters has often required forcing some topics into a given chapter, but this simplification was regarded as functional, in order to focus on one topic at a time.

The sources used for the various subjects are not homogeneous, both in number and in type, because they encompass various fields, from representation to architecture, and they often include texts from historical and scientific disciplines.