

Modelli cartacei per la comprensione della forma architettonica: ricerca, progetto, sperimentazione e didattica in un dialogo tra geometria e rappresentazione | Paper models

*Original*

Modelli cartacei per la comprensione della forma architettonica: ricerca, progetto, sperimentazione e didattica in un dialogo tra geometria e rappresentazione | Paper models for the understanding of architectural shape: research, design, testing and teaching in a dialogue between Geometry and Representation / Pavignano, Martino; Cumino, Caterina; Spreafico, MARIA LUISA; Zich, Ursula. - STAMPA. - (2017), pp. 1279-1286. (Intervento presentato al convegno 39° convegno internazionale dei Docenti delle discipline della Rappresentazione. Territori e frontiere della Rappresentazione / Territories and frontiers of Representation tenutosi a Napoli nel 14-16 settembre 2017).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2681656 since: 2022-05-25T13:59:33Z

*Publisher:*

Gangemi

*Published*

DOI:

*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 per il **D**isegno

**UID**  
NAPOLI **2017**  
14-15-16 SETTEMBRE

**TERRITORI E FRONTIERE  
DELLA RAPPRESENTAZIONE**  
TERRITORIES **AND** FRONTIERS  
**OF** REPRESENTATION



**39°** CONVEGNO  
INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE  
DELLA RAPPRESENTAZIONE

  
GANGEMI EDITORE<sup>®</sup>  
INTERNATIONAL



Università degli studi  
di Napoli Federico II



Università  
degli Studi  
della Campania  
Luigi Vanvitelli



Università degli studi  
di Salerno

39° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
QUATTORDICESIMO CONGRESSO UID – NAPOLI 14 • 15 • 16 SETTEMBRE 2017

**Comitato Scientifico internazionale / International Scientific Committee**

Caroline Astrid Bruvadius, *Duke University - USA*  
Gláucia Augusto Fonseca, *Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile*  
Pedro-Manuel Cabezas Bernal, *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
Fabiana Carbonari, *Universidad Nacional de La Plata - Argentina*  
Gabriel H. Defranco, *Universidad Nacional de La Plata - Argentina*  
Livio De Luca, *CNRS Map-Gansau - Francia*  
Yibing Fang, *Chinese Academy of Science - Repubblica Popolare Cinese*  
Roberto Ferraris, *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*  
José Antonio Franco Taboada, *Universidad de Coruña - Spagna*  
Ángela García Codoñer, *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
Pedro Antonio Janeiro, *Universidade de Lisboa - Portogallo*  
Michael John Kirk Walsh, *Nanyang Technological University - Singapore*  
Jacques Laubscher, *Tshwane University of Technology - Sudafrica*  
Cornelia Leopold, *Technische Universität Kaiserslautern - Germania*  
Carlos Montes Serrano, *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Javier Moscoso, *Universidad Politécnica de Madrid - Spagna*  
Pilar Chías Navarro, *Universidad de Alcalá - Spagna*  
Pablo José Navarro Esteve, *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
Guillermo Peris Fajantes, *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
José Ignacio Rojas Sola, *Universidad de Jaén - Spagna*  
Carlos de San Antonio Gómez, *Universidad Politécnica de Madrid - Spagna*

**Comitato Scientifico nazionale / National Scientific Committee**

Piero Albisinni, *"Sapienza" Università di Roma*  
Fabrizio Apollonio, *Università di Bologna*  
Salvatore Barba, *Università di Salerno*  
Paolo Belardi, *Università di Perugia*  
Stefano Bertocci, *Università di Firenze*  
Carlo Bianchini, *"Sapienza" Università di Roma*  
Massimiliano Campi, *Università di Napoli "Federico II"*  
Vito Cardone, *Università di Salerno*  
Mario Centofanti, *Università dell'Aquila*  
Emanuela Chiavoni, *"Sapienza" Università di Roma*  
Michela Cigola, *Università di Caserta e del Lazio Meridionale*  
Alessandra Cirafici, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*



Proprietà letteraria riservata  
**Gangemi Editore spa**  
Via Giulia 142, Roma  
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa  
pubblicazione può essere  
memorizzata, fotocopiata o  
comunque riprodotta senza  
le dovute autorizzazioni.

Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e all'estero  
anche in versione ebook.

Our publications, both as books and ebooks, are available  
in Italy and abroad.

**GANGEMI EDITORE**  
INTERNATIONAL

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI SETTEMBRE 2017  
www.gangemieditore.it

ISBN 978-88-492-3507-4

In copertina: Anish Kapoor, Leviathan, opera realizzata in occasione di Monumenta 2011. Parigi Grand Palais (11 maggio - 23 giugno 2011)

Antonio Conte, *Università della Basilicata*  
Antonella Di Luggo, *Università di Napoli "Federico II"*  
Mario Ducci, *"Sapienza" Università di Roma*  
Francesca Fatta, *Università Mediterranea della Calabria*  
Riccardo Florio, *Università di Napoli "Federico II"*  
Paolo Giandebiaggi, *Università di Parma*  
Audrea Giordano, *Università di Plovdiv*  
Paolo Giordano, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*  
Elena Ippoliti, *"Sapienza" Università di Roma*  
Francesco Maggio, *Università di Palermo*  
Anna Marotta, *Politecnico di Torino*  
Lia M. Papa, *Università di Napoli "Federico II"*  
Adriana Rossi, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*  
Livio Saechi, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*  
Rossella Salerno, *Politecnico di Milano*  
Alberto Slegno, *Università di Trieste*  
Ornella Zerlenga, *Università della Campania "Luigi Vanvitelli"*

**Peer reviewer internazionali / International peer reviewer**

Luis Agustín Herdández, *Universidad de Zaragoza - Spagna*  
Antonio Alvaro Tordeillos, *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Wilson Barbosa Alves, *Universidade Paulista, Brasile*  
Tantara Blanes Martín, *ICOMOS - Cuba*  
Eduardo Carazo Lefort, *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Juan José Fernández Martín, *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Horacio José Gnemmi Bohogu, *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*  
Jean-Pierre Goulette, *École Nationale d'Architecture de Toulouse - Francia*  
Arivaldo Leão De Amorim, *Universidade Federal da Bahia - Brasile*  
Jorge Llopis Verdú, *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
Hector Lomonaco, *Universidad Nacional de Rosario - Argentina*  
Ramón Maestre López-Salazar, *Universidad de Alicante - Spagna*  
Carlos L. Marcos, *Universidad de Alicante - Spagna*  
Elena Merino Gómez, *Universidad Nebrija de Madrid - Spagna*  
Andrey Razin, *Peoples' Friendship University of Russia - Russia*  
Karen Sonabria Ortega, *Universidad Tecnológica de La Habana - Cuba*  
José Juan De Sanjosé Blasco, *Universidad de Extremadura - Spagna*  
Aurelio Vallespín Munies, *Universidad de Zaragoza - Spagna*  
Lluís Villanueva Bartrina, *Universitat Politècnica de Catalunya - Spagna*

**Peer reviewer nazionali / National peer reviewer**

Fabrizio Agnello, *Università di Palermo*  
Giuseppe Anonoro, *Politecnico di Milano*  
Marinella Arena, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*  
Barbara Aterini, *Università di Firenze*  
Laura Baratin, *Università di Urbino "Carlo Bo"*  
Piero Barlozzini, *Università del Molise*  
Cristiana Bedoni, *Università di Roma Tre*  
Marco Giorgio Bevilacqua, *Università di Pisa*  
Fabio Bianconi, *Università di Perugia*  
Enrica Bisognino, *Università di Genova*  
Antonio Bixio, *Università della Basilicata*  
Maura Bolfito, *Università di Genova*  
Maria Malvina Boghetti, *Università Iuav di Venezia*  
Stefano Brusaporci, *Università dell'Aquila*  
Adele Carla Buatti, *IULM di Milano*  
Mara Capone, *Università di Napoli "Federico II"*  
Laura Carlevaris, *"Sapienza" Università di Roma*  
Massimiliano Cianinaichella, *Università Iuav di Venezia*  
Luca Cipriani, *Università di Bologna*

Luigi Cocchiarella, *Politecnico di Milano*  
Daniele Colistra, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*  
Romolo Continenza, *Università dell'Aquila*  
Dino Coppo, *Politecnico di Torino*  
Giuseppe D'Acunto, *Università Iuav di Venezia*  
Laura De Carlo, *"Sapienza" Università di Roma*  
Roberto De Robertis, *"Sapienza" Università di Roma*  
Aldo De Sanctis, *Università della Calabria*  
Edoardo Dotto, *Università di Catania*  
Maria Linda Falcidieno, *Università di Genova*  
Federico Fallavollita, *Università di Bologna*  
Patrizia Falzone, *Università di Genova*  
Giorgio Garzino, *Politecnico di Torino*  
Fabrizio Gay, *Università Iuav di Venezia*  
Caetano Cinex, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*  
Manuela Incerti, *Università di Ferrara*  
Laura Inzizzillo, *Università di Palermo*  
Mariangela Liuzzo, *Università di Enna "Kore"*  
Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino*  
Giovanna Massari, *Università di Trento*  
Gianpiero Mele, *Università Campus*  
Barbara Messina, *Università di Salerno*  
Riccardo Migliari, *"Sapienza" Università di Roma*  
Roberto Minguzzi, *Università di Bologna*  
Giuseppa Novello, *Politecnico di Torino*  
Alessandra Pagliano, *Università di Napoli "Federico II"*  
Caterina Paestini, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*  
Santo Parrinello, *Università di Pavia*  
Giulia Pellegri, *Università di Genova*  
Paola Puma, *Università di Firenze*  
Fabio Quici, *"Sapienza" Università di Roma*  
Michela Rossi, *Politecnico di Milano*  
Salvatore Santuccio, *Università di Camerino*  
Giovanna Spadafora, *Università di Roma Tre*  
Roberta Spallone, *Politecnico di Torino*  
Giacinto Taibi, *Università di Catania*  
Camillo Tescian, *Università Iuav di Venezia*  
Maurizio Unali, *Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*  
Graziano Mario Vaenti, *"Sapienza" Università di Roma*  
Rita Maria Francesca Valenti, *Università di Catania*  
Cesare Verdoscia, *Politecnico di Bari*  
Chiara Vernizzi, *Università di Parma*  
Andrea Zesbi, *Università di Parma*

**Comitato Organizzatore / Organizing Committee**

Salvatore Barba, Massimiliano Campi, Mara Capone,  
Paolo Cerotto, Alessandra Cirafici, Pierpaolo D'Agostino,  
Teresa Della Corte, Antonella Di Luggo, Riccardo Florio,  
Paolo Giordano, Barbara Messina, Alessandra Pagliano,  
Daniela Palomba, Lia Maria Papa, Maria Ines Pasarellio,  
Manuela Piscitelli, Adriana Rossi, Ornella Zerlenga

**Gruppo Operativo / Staff Operative**

Barbara Ansaldi, Giuseppe Antuono, Davide Barbato, Raffaele  
Caruogno, Valeria Cera, Vincenzo Cirillo, Luigi Corniello,  
Emanuela De Feo, Fausta Fiorillo, Domenico Iovane, Emanuela  
Lanzara, Fatima Melis, Roberta Montella, Margherita Pulciano,  
Simona Scandura, Angelo Triggianese, Vito Maria Benito Vozza

**Coordinatione Scientifica / Scientific Coordination**

Antonella di Luggo, Ornella Zerlenga

*I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono state fornite dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e riduzione dei testi è stata dei curatori del volume.*

TERRITORI E FRONTIERE  
DELLA RAPPRESENTAZIONE  
TERRITORIES AND FRONTIERS  
OF REPRESENTATION

A CURA DI

ANTONELLA DI LUGGO, PAOLO GIORDANO,  
RICCARDO FLORIO, LIA MARIA PAPA, ADRIANA ROSSI,  
ORNELLA ZERLENGA, SALVATORE BARBA,  
MASSIMILIANO CAMPI, ALESSANDRA CIRAFICI

GANGEMI EDITORE®  
INTERNATIONAL

collana

## UID *per il disegno*

*volumi già pubblicati:*

**Territori e frontiere della rappresentazione.** 2017 ISBN 9788849235074

**Le ragioni del Disegno.** 2016 ISBN 9788849232950

**Disegno & Città.** 2015 ISBN 9788849231243

**Italian survey & international experience.** 2014 ISBN 9788849229158

**Patrimoni e Siti UNESCO. Memoria, Misura e Armonia.** 2013 ISBN 9788849227284

**Elogio della teoria. Identità delle discipline del disegno e del rilievo.** 2012 ISBN 9788849225198



# Indice

- XVII Prefazione  
Preface  
*Vito Cardone, Presidente UID*
- 1. TERRITORI E FRONTIERE DEL DISEGNO:  
TEORIE, PRINCIPI, MAESTRI**  
**TERRITORIES AND FRONTIERS OF DRAWING:  
THEORIES, PRINCIPLES, MASTERS**
- 3 Verso quale rappresentazione?  
What representation does?  
*Roberto de Rubertis*
- 7 Vuelta al mapa. Nuevas estrategias arquitectónicas sobre el terreno  
Back to the map. New architectural strategies on landscape  
*Mariasun Salgado de la Rosa, Javier Francisco Raposo Grau,  
Belén Buttagnueño Díez-Guerra*
- 13 Il disegno tridimensionale di architettura, tra tradizione e innovazione,  
come espressione di creatività e strumento di prefigurazione e comunicazione  
dell'idea progettuale  
The three-dimensional drawing of architecture, between tradition and  
innovation, as an expression of creativity and tool foreshadowing and  
communicating the project  
*Chiara Vernizzi*
- 21 Il disegno di progetto nel Sarasota School of Architecture movement  
Project drawing in the Sarasota School of Architecture movement  
*Pasquale Tunzi*
- 27 La conquista dello spazio prospettico tra pop-up e modellazione  
Conquering perspective between pop-up and modelling  
*Cristina Cándido*
- 33 Dibujos y modelos para la construcción de las obras reales en España  
Drawings and models in the construction of the royal sites in Spain  
*Pilar Chías Navarro, Tomás Abud Balboa*
- 41 Il disegno a fil di spada  
Drawing the sword  
*Tiziana Abate*
- 47 Gli ordini architettonici nel Rinascimento e Albrecht Dürer  
The architectural orders in Renaissance and Albrecht Dürer  
*Veronica Fazzina, Agatino Bisicchia*
- 53 Una interpretazione inedita delle metafore del Brouillon Projet  
A singular interpretation of metaphors of Brouillon Projet  
*Marco Fasolo, Valeria Talarico*
- 59 Verso una Morfologia degli Artefatti: da Monge a Petitot, la geometria  
descrittiva dopo la geometria descrittiva  
Towards a Morphology of Artifacts: from Monge to Petitot, the descriptive  
geometry after the descriptive geometry  
*Fabrizio Gay*
- 67 Fra i disegni di Carlo Mollino. Modelli digitali ricostruttivi di architetture non  
realizzate  
Between Carlo Mollino's drawings. Reconstructive digital models of unbuilt  
architectures  
*Roberta Spallone*
- 75 La città s/velata. Segni e simboli dal passato. Paradigmi del futuro  
The re/veiled city. Signs and symbols from the past. Paradigms of the future  
*Daniele Calisi*
- 83 El portal de Quart. Tradición propia e inventiva en la arquitectura valenciana  
del S XV  
Quart gateway. 15<sup>th</sup> century own tradition and inventive at Valencian  
architecture  
*Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa*
- 91 El imaginario arquitectónico transformado. Desvíos desde el rendering,  
Desbios 3.0  
The architectural imaginary transformed. Deviations from the rendering,  
Desbios 3.0  
*Enrique Solana Suárez, Elsa Gutiérrez Labory*
- 95 La representación de construcciones bíblicas en la iconografía de la  
Antigüedad Tardía  
La representación de construcciones bíblicas en la iconografía de la  
Antigüedad Tardía  
*González Pérez, F<sup>co</sup> Javier, Millán-Gómez, Antonio*
- 101 Le metamorfosi della rappresentazione: rappresentare l'immaginario  
The Metamorphoses of Representation: representing the imaginary  
*Cristiana Bartolomei, Alfonso Ippolito*
- 107 La transparencia fenomenal en Mies van der Rohe: del collage a la percepción  
del espacio  
Phenomenal transparency in Mies van der Rohe: from collage to the perception  
of space  
*Vallespin Muniesa, Aurelio, Cervero Sánchez, Noelia, Cabodevilla-Artieda,  
Ignacio, Ricardo Santonja*
- 113 Il rilievo nelle facoltà di architettura ed ingegneria: dalla riscoperta  
all'evoluzione  
The survey in the faculty of architecture and engineering: from rediscovery to  
evolution  
*Guido Guidano*
- 123 Rilievo e analisi dell'architettura mediante dispositivi figurativi complessi  
Survey and analysis of architecture through complex figurative devices  
*Aldo De Sanctis, Giuseppe Fortunato, Antonio Agostino Zappani*
- 133 Le prospettive illusorie nella stanza-giardino del Palazzo Pubblico di Bologna  
The illusory perspective in the garden-room of the Public Palace in Bologna  
*Giuseppe Amoroso, Andrea Manti*
- 141 (Di) Segni di pietra sul duomo di Terni. Dai tracciati di cantiere ai modelli  
digitali.  
Stone Tracings on the Terni cathedral. From Worksite Tracing to Digital Models.  
*Martina Attenni, Michele Bennucci, Carlo Bianchini, Valeria Cuniglia,  
Marika Griffò,  
Carlo Inglese, Alfonso Ippolito*
- 149 Foglio bianco/Schermo nero. Riflessioni sul cambiamento  
White Sheet/Black Screen. Reflections on Change  
*Franco Cervellini*

- 155 **Illusione e scenografia in Andrea Pozzo nel Salone delle Feste di palazzo Contucci a Montepulciano**  
Illusion and scenography by Andrea Pozzo in the *Salone delle Feste* in palazzo Contucci in Montepulciano.  
*Giuseppe Antuono*
- 163 **Verso una rappresentazione della complessità: le mappe concettuali fra tradizione e innovazione**  
Towards a representation of the complexity: the conceptual maps of tradition and innovation  
*Alessia Maiolatesi*
- 173 **Immagine e matematica: "illuminare la mente e formare l'idea"**  
Image and mathematics: "to enlighten the mind and form the idea"  
*Cristina Pellegatta*
- 181 **El problema de la representación aplicada al dibujo arquitectónico en la obra de Nelson Goodman**  
The issue of representation applied to architectural drawing techniques in the work of Nelson Goodman  
*Ángel Alpeuz Pedreño*
- 191 **Navigating in rivers of ink. The search for poetic typologies in the architecture of Lebbeus Woods**  
*Bernardo da Silva Vieira*
- 201 **I poliedri regolari e semi-regolari tra storia, teorie e nuove frontiere della rappresentazione**  
Regular and semi-regular polyhedrons between history, theories and new frontiers of representation  
*Cosimo Monteleone*
- 209 **Le frontiere del disegno per gli Archivi di Architettura**  
The drawing borders for Architecture Archives  
*Caterina Palestini*
- 221 **El dibujo como arma pedagógica. Los cuadernos de Paul Klee**  
The drawing as a pedagogical weapon. Paul Klee's sketchbooks  
*José de Coca Leicher*
- 229 **Lo spazio rivelato della pala di Santa Giustina di Girolamo Romani**  
The unveiled space of Santa Giustina altarpiece by Girolamo Romani  
*Alessio Bortol*
- 237 **Lo 'strano caso' di Francesco Autoriello: prospettiva, ombre e riflessi nella trattatistica napoletana di fine Ottocento**  
The 'unusual case' of Francesco Autoriello: perspective, shadows and reflections in the late nineteenth century Neapolitan treatises  
*Antonio Calandriello*
- 243 **Dibujando las huellas gráficas de Louis Kahn en Amalfi**  
Drawing Louis Kahn's graphic footprints at Amalfi  
*Hugo Barros Costa, Pablo Navarro Camallonga*
- 251 **Tipologie di vuoti nelle architetture di sottrazione tradizionali e contemporanee. Il disegno come strumento di rappresentazione e interpretazione delle strategie di composizione dello spazio**  
Types of voids in traditional and contemporary carved architectures. Drawing as a tool of representation and interpretation of the space compositional strategies  
*Maria Bruna Pisciotta, Valentina Spataro*
- 263 **An Ecological Approach to Architectural Drawing**  
*Carlos Montes Serrano, Marta Alonso Rodriguez*
- 267 **Principi proiettivi alla base della prospettiva solida nella scenografia di Guidobaldo del Monte**  
Projective principles at the basis of relief perspective in scenography of Guidobaldo del Monte  
*Leonardo Baglioni, Marta Salvatore*
- 277 **La rappresentazione come creazione di luoghi dell'immaginario**  
The representation as creation of imaginary places  
*Manuela Piscitelli*
- 285 **Il significato della precisione. Valenze semantiche nell'accuratezza del tratto**  
A meaning of precision: semantic value of sign accuracy  
*Daniele Giovanni Papi, Franco Forzani Borroni*
- 293 **Dimensione digitale e cultura del modello per la comunicazione del progetto di architettura**  
Digital dimension and culture of models for the communication of architectural design  
*Marco Vitali*
- 301 **"Istruzioni diverse di modelli e forme del salire": La scala fra teoria, principi e maestri**  
"Different instructions of the going up models and shapes". The staircase between theory, principles and masters  
*Vincenzo Cirillo*
- 311 **Visual recursive systems in designing of the Hutsul ornaments for flat surfaces**  
*Kuznetsova Iryna, Us Viktoriia, Heher Anna*
- 315 **Tra rilievo ed invenzione: il disegno per il restauro nella Sardegna di fine Ottocento**  
Between survey and invention: the drawing for restoring activity during the late XIX century in Sardinia  
*Gabriela Frullo*
- 323 **La rappresentazione delle progressioni spaziali. tra prospettiva statica e prospettiva dinamica. Gli spazi di transizione nel *Danteum***  
The representation of the spatial progressions, between static and dynamic perspective. Transition spaces in *Danteum*  
*Riccardo Florio, Teresa Della Corte, Fatima Melis*
- 331 **I limiti del controllo. Scienza della rappresentazione e modelli politici all'inizio del terzo millennio**  
The limits of control. Science of representation and political models at the beginning of the Third Millennium  
*Francesco Bergamo*
- 339 **L'apoteosi di Venezia di Paolo Veronese: restituzione prospettica e ricostruzione digitale dell'architettura**  
The apotheosis of Venice by Paolo Veronese: perspective restitution and digital reconstruction of the architecture  
*Silvia Masserano, Alberto Sdegno*
- 347 **L'antico come territorio per ripensare la città. Il rilievo critico e l'analisi urbana nell'opera e nel pensiero di Raffaele Panella**  
Heritage as a territory to rethink the city. The critical survey and urban analysis in the work and thought of Raffaele Panella  
*Maria Onorina Panza*

- 353 **Il disegno dello spazio fisico e dello spazio mentale dei bambini. Due pensieri sul disegno a confronto: lo spazio mentale bianco della Spielrein e lo spazio fisico, il libero mondo esterno, della Montessori**  
The children's drawing of physical space and mental space. Two thoughts on the drawing in comparison: Spielrein's white mental and physical space. the free outside world of Montessori  
*Rosario Marrocco*
- 365 **La rappresentazione al tempo di Enrico Pellegrini**  
The representation in the period of Enrico Pellegrini  
*Fabris Nadia*
- 371 **A case study using the overlapping territories between architecture and fashion to study architectural precedent**  
*Jacques Laubscher, Pieter Greyvensteyn*
- 377 **Kazuo Shinohara, su produzione gráfica y escrita en Rizzoli**  
Kazuo Shinohara, his written and graph production in Rizzoli  
*Luis San Filippo*
- 459 **Gustavo Pulitzer Finali. Interpretazioni grafiche di una "Villa sul mare". 1930**  
Gustavo Pulitzer Finali. Graphic interpretation of a "Villa by the sea", 1930  
*Starlight Vatta*
- 469 **La scultura digitale alla ricerca di un'identità nella rete**  
Digital moulding looking for a web address  
*Matteo Giuseppe Romanato*
- 477 **Il disegno delle città**  
Drawing the cities  
*Livio Sacchi*
- 487 **Il rilievo dell'altare di San Francesco di Paola nella chiesa di Santa Croce a Lecce**  
The survey of the Altar of Saint Francesco di Paola in the church of Santa Croce in Lecce  
*Gabriele Rossi*
- 495 **Biagio Rossetti e la tradizione del bugnato a punta di diamante: geometrie e misure a confronto. Dal rilievo alla comunicazione**  
Biagio Rossetti and the diamond shaped ashlar tradition: a comparison of geometries and measurements. From survey to communication  
*Manuela Lucerti*

## 2. TERRITORI E FRONTIERE DELLA RICERCA TERRITORIES AND FRONTIERS OF RESEARCH

- 387 **I contributi del Focus "Territori e frontiere della Ricerca"**  
The contributions of Focus "Territories and frontiers of Research"  
*Mario Centofanti*
- 399 **Marco teórico-conceptual para la enseñanza de los sistemas de representación gráfica en Argentina**  
Theoretical framework for teaching graphical representation systems in Argentina  
*Micaela Pleitavino, Marcela Cioccale, Juan Pablo Panero*
- 407 **Piazza Augusto Imperatore tra stratificazioni antropiche e successioni temporali. Lettura e conoscenza dello spazio urbano**  
*Piazza Augusto Imperatore* between man-made stratifications and time periods. Interpreting and understanding the urban space  
*Maria Grazia Cianci, Sara Colaceci*
- 415 **Metodi storico-grafici di conoscenza per l'architettura: l'opera di Ottaviano Mascherino a Manzi**  
Historic-graphic Methods of Knowledge in Architecture: the Works of Ottaviano Mascherino in Manzi  
*Matteo Flavio Mancini, Giovanna Spadafora, Saverio Sturm*
- 425 **Sotto il segno di Bisanzio: memorie e segni identitari nella rappresentazione del patrimonio culturale calabrese. Il caso di Africo Antico**  
Under sign of Byzantium: memories and signs of identity in representation of calabrian heritage. The case of *Ancient Africo*  
*Chiara Pietropaolo*
- 439 **Disegnare un albero (di olivo)**  
Drawing a (olive) tree  
*Fabio Bianconi, Marco Filippucci*
- 451 **Architetture nel cassetto**  
Architectures in the drawers  
*Francesco Maggio*
- 505 **Amabili resti. La cancellazione delle tracce non è mai definitiva: sistemi fortificati e "muri". Le vie bizantine in Calabria un caso studio**  
Lovable remains. The deletion of the tracks is never definitive: fortified systems and "walls". Byzantine route in Calabria are a case study  
*Gaetano Ginex*
- 517 **4DGypsoteca. Un'architettura nomade per il disegno aumentato**  
4DGypsoteca. A nomad architecture for augmented drawing  
*Paolo Belardi, Valeria Menchetelli, Simone Bori, Luca Martini, Giovanna Ramaccini*
- 525 **A landscape up to the unknown frontiers. The role of drawing in the construction of the astronomical pictures today**  
*Camilla Casonato*
- 531 **Multidisciplinary integration processes for Trans-European CH valorization. From digital documentation to 3D survey of Geguti Palace in Kutaisi, Georgia**  
*Marco Medici, Federico Ferrari, Nana Kuprashvili, Tamar Meliva*
- 537 **Three Niemeyer's unbuilt projects: from architectural intent to physical model by parametric modeling and rapid prototyping**  
*Wilson Florio, Ana Tagliari, Breno Tisi Mendes da Veiga*
- 545 **La documentazione dei centri storici sulle colline dei monti Lepini come beni territoriali**  
The documentation of historical centers on the hills of the Lepini Mountains as territorial goods  
*Maria Martone*
- 555 **Strategie comunicative per la valorizzazione dei beni culturali: la realtà aumentata per il Sacello degli Augustali a Miseno**  
Communicative strategies for the enhancement of cultural heritage: Augmented Reality for the Sacellum of Augustales in Misenum  
*Alessandra Pagliano*



- 565 **San Felix de Torralba de Ribota: caracterización geométrica de las iglesias fortaleza**  
San Felix de Torralba de Ribota; geometric characterization of fortified churches  
*Luis Agustín Hernández, Angélica Fernández-Morales, Miguel Sancho Mir*
- 573 **L'architettura religiosa rupestre italogreca. New media per la comunicazione**  
The excavated Italian-Greek churches. New media for communication  
*Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì*
- 587 **Il confine rivelato. Il corpo, il disegno, il paesaggio**  
The revealed border. The object, the representation, the landscape  
*Claudio Patanè, Claudia Valotto, Pietro Ferrara*
- 597 **Tecniche di musealizzazione virtuale. Galleria 3D per la fruizione della cultura romanica**  
Virtual musealization techniques. A 3D gallery for the contemporary fruition of Romanesque culture  
*Pedro M. Cabezas Bernal, Adriana Rossi*
- 605 **Il modello multidimensionale per l'edilizia storica. Il palazzo Starita di Bari**  
The multi-dimensional model for historical building. The Starita palace of Bari  
*Cesare Verdoscia, Giovanni Mongiello, Mario Di Puppa, Riccardo Tavolare, Angela Dell'Acqua*
- 613 **Dall'architettura alla maniglia: il rilievo dell'opera d'arte totale**  
From architecture to the handle: the survey of the "total work of art"  
*Valentina Costagnolo*
- 619 **Storytelling per il patrimonio culturale: palatium Vetus in Alessandria**  
Storytelling for cultural heritage: palatium Vetus in Alessandria  
*Ama Marotta*
- 633 **#Invasioni Digitali 3D: un'esperienza di crowdsourcing per la digitalizzazione museale**  
#Invasionidigitali 3D: a new perspective on a crowdsourced museum digitization  
*Elisa Bonacini, Laura Inzerillo, Mariama Mareucci, Cettina Santagati*
- 641 **Foto-grafías de maquetas en la representación icónica del proyecto**  
Photo-graphs of models in the iconic representation of the project  
*Amparo Bernal López-Sanvicente*
- 647 **La chiesa di Santa Venera ad Acireale tra tradizione ed innovazione: tecnologie integrate per il rilievo di architetture a pianta centrale**  
The church of Santa Venera in Acireale between tradition and innovation: integrated technologies for central shaped building survey  
*Mariateresa Galizia, Graziana D'Agostino*
- 655 **Visualización de datos. Los contornos difusos del dibujo**  
Data visualization. The diffuse contours of the drawing  
*Francisco Martínez Mindeguía*
- 663 **Urban landscape and transformations: virtual reconstruction for city history**  
*Stefano Brusaporci, Mario Centofanti, Pamela Maiezza, Gianluca Serchia*
- 669 **L'architettura del carcere: i disegni ottocenteschi di Enrico Marchesi per "La Rotonda" di Nuoro**  
Prison architecture: the nineteenth-century drawings by Enrico Marchesi for the Nuoro prison "La Rotonda"  
*Vincenzo Bagnolo*
- 675 **Per la storia degli strumenti da disegno. Il tracciamento degli archi ad ampio raggio**  
For the history of the drawing tools. Tracing wide-range arcs  
*Edoardo Dotto*
- 683 **Dal rilievo laser scanner al modello 3D di manufatti scultoreo-architettonici: la Santa Casa della Basilica di Loreto. Proposta di metodo per l'elaborazione di superfici poligonali complesse**  
From Laser Scanner Surveys to 3D Models of Sculptural/Architectural Buildings: the Holy House in the Basilica of Loreto. Proposal for a Method to Develop Complex Polygonal Surfaces  
*Alessandra Meschini, Ramona Feriozzi*
- 693 **L'uso di strumentazione mobile controllata in remoto per il rilievo dell'architettura e dell'archeologia**  
The use of remote controlled mobile equipment for architectural and archaeological survey  
*Michela Cigola, Arturo Gallozzi, Luca J. Senatore, Roberto Di Moccio*
- 699 **L'acquisizione di dati attraverso un processo partecipato: la gamification applicata al rilievo scientifico**  
Data acquisition through a participatory process: the gamification applied to cultural heritage  
*Arturo Gallozzi, Luca J. Senatore, Gianluca De Rosa*
- 707 **Anamorfosi contemporanee per il disegno della città**  
Contemporary anamorphoses for the drawing of the city  
*Giovanni Caffio*
- 715 **Il villaggio ligneo di Lamminaho in Finlandia: rilievo e documentazione nel processo di musealizzazione fra tutela della memoria storica e nuove strategie di fruibilità dell'antico**  
The rural estate of Lamminaho in Finland: survey and documentation for the musealization process, between preservation of its historic memory and new strategies of usability  
*Sara Porzilli*
- 725 **Disegno dal vero, urban sketching e fenomenologia della percezione**  
On-Location Drawing, Urban Sketching and Phenomenology of Perception  
*Marco Muscogiuri*
- 733 **Rilievi integrati per l'analisi dei dissesti strutturali del battistero di San Giovanni a Pisa**  
Integrated surveys for the analysis of the structural instabilities of the baptistery of Pisa  
*Marco Giorgio Bevilacqua, Maria Letizia Ficocelli, Cristina Paolini, Nunziante Squeglia*
- 741 **Nuevos medios para nuevas necesidades. El proceso creativo y la representación**  
New means for new needs. The creative process and representation  
*M. Lucía Ojeda Bruno, M. Luisa Martínez Zimmermann*
- 749 **The use of virtual globes in landscape and urban planning**  
*Raul Bueno Andrade Silva*
- 753 **Evoluzione metodologica e protocolli rappresentativi per i complessi delle certose**  
Methodological evolution and representative protocols for charterhouses complex  
*Sandro Parrinello, Francesca Picchio, Pietro Becherini, Raffaella De Marco*

- 763 **La fotomodellazione in archeologia: i resti a mare della villa di Mamurra di *Mimurnae***  
The photomodelling in archaeology: the rests to sea of the villa of Mamurra of *Mimurnae*  
*Iovane Domenico*
- 771 **Rappresentare l'immagine della città: dalla progettazione all'interpretazione dello spazio urbano percepito**  
Represent the image of the city: from the design to the interpretation of perceived urban space  
*Gaia Vicenelli*
- 777 **Evoluzione del "tipo" ferroviario: dai manuali alle recenti realizzazioni**  
Evolution of the railway "type": from manuals to the recent realizations  
*Letizia Musajo Somma*
- 785 **Sulla riva dello Jonio. La ricostruzione del paesaggio dimenticato della città di Taranto**  
On the shore of the Ionian sea. Reconstruction of the forgotten landscape of Taranto  
*Monica Bercigli, Vincenzo Moschetti*
- 793 **Eduardo Vittoria. Disegno, ricerca e progetto nelle architetture olivettiane**  
Eduardo Vittoria. Drawing, research and design in the Olivetti's architectures  
*Sara Conte*
- 801 ***Rust Belt* americana: narrazioni fotografiche**  
American *rust belt*: photographic narratives  
*Alessandro Bianchi*
- 809 **Il disegno del margine fra prodotto e fruitore. Codici e linguaggi per la comunicazione breve**  
The design of the margin between product and user. Codes and visual languages for short communication  
*Enrica Bistagnino*
- 815 **Esibire il paesaggio. Immagini del Padiglione dell'Abruzzo a EXPO Milano 2015**  
Exhibiting the Landscape. Images for the Abruzzi Pavilion at EXPO Milano 2015  
*Antonella Salucci*
- 821 **Il Distretto Culturale Evoluto Flaminia Nextone. Innovazione digitale nel nuovo museo virtuale della via Flaminia a Fano**  
The Evolved Cultural District Flaminia Nextone. Digital innovation in the new virtual museum of Via Flaminia in Fano  
*Paolo Clini, Romina Nespeca, Giulia Crinelli*
- 829 **La rappresentazione dell'assenza: reinterpretare la storia attraverso un linguaggio contemporaneo**  
Representing absence: using contemporary language to reinterpret history  
*Emanuela Chiavoni, Francesca Porfiri, Gaia Lisa Tacchi*
- 835 **Virtual archaeological heritage. *Fanum Fortunae* 3D: dal rilievo alla fruizione tramite applicazioni di realtà immersiva**  
Virtual archaeological heritage. *Fanum Fortunae* 3D: from survey to immersive reality applications  
*Ramona Quattrini, Ludovico Ruggeri*
- 843 **El Teatro Colon de Buenos Aires a través de sus representaciones: entre la era académica y la digital**  
The Colon Theater in Buenos Aires and its architectural representation: from the academic age to the digital era  
*Fabiana Carbonari, Emanuela Chiavoni, Mario D'occi, Fernando Gandolfi, Eduardo Gemile, Ana Ottavianelli*
- 851 **Rilievo ed analisi di catene metalliche nell'edilizia storica: studio e metodologia per identificare criticità**  
Survey and analysis of iron tie-rods in masonry buildings: study and methodology to identify critical issues  
*Carlo Battini, Chiara Calderini, Rita Vecchiattini*
- 859 **Sperimentalismo grafico e invarianze di metodi nel disegno del cemento armato agli inizi del 1900: l'innovazione esige adattamento e invenzione di codici**  
Graphical experimentation and method invariances in the reinforced concrete design at the beginning of 1900: the innovation requires adaptation and invention of codes  
*Giuseppa Novello, Maurizio Marco Bocconcino, Vincenzo Donato*
- 871 **Il ruolo della fotografia nella produzione di immagini, icone e surrogati dell'architettura**  
The role of photography in the production of images, icons, and surrogates of architecture  
*Fabio Quici*
- 879 **Levantamiento arquitectónico del molino de Marca del Río Arillo mediante un algoritmo genético.**  
The role of photography in the production of images, icons, and surrogates of architecture  
*Elena Cabrera Revuelta, José Antonio Barrera Vera, Manuel Caballero Sánchez, María-José Chávez De Diego, Yago Fernández Rodríguez, Borja Molero Alonso*
- 887 **Il museo virtuale della specola di Mantova: un percorso di conoscenza e comunicazione per la memoria e la salvaguardia del patrimonio costruito**  
The virtual museum of the observatory of Mantua: a path of knowledge and communication for the memory and the preservation of built heritage  
*Fabio Luce*
- 897 **Del levantamiento digitalizado a la realidad virtual. El caso de fontilles**  
From digital survey to virtual reality. The case of fontilles  
*Jorge Francisco Martínez Piqueras, Eduardo María Baviera López, Jorge Llopis Verdú, Francisco Hidalgo Delgado*
- 905 **Place based digital humanities, cultural heritage, and data visualization**  
*Daniele Villa*
- 911 **TU-CULT. Rivelazioni architettoniche nelle chiese di Santa Giustina e di Santa Maria dei Servi a Padova**  
TU-CULT. Architectural revelations in the churches of Santa Giustina and Santa Maria dei Servi in Padova  
*Alessio Bortol, Cristian Boscaro, Cristina Cecchini, Francesca Condorelli, Maria Rosaria Cundari, Valerio Palma, Federico Pannuratto, Luigi Siviero*
- 921 **L'Anfiteatro Flavio nell'interpretazione lignea di Carlo Lucangeli: un modello conoscitivo**  
The Flavian Amphitheatre in the wooden interpretation of Carlo Lucangeli: a cognitive model  
*Graziano Mario Valenti, Cinzia Conti, Jessica Romor*

- 929 **Modello come immagine mentale. La diffusione dei modelli matematici nell'arte d'avanguardia e la superficie sviluppabile di Antoine Pevsner**  
Model as a mental image. The spread of mathematical models in the avant-garde art and the developable surface by Antoine Pevsner  
*Cristian Farinella, Leonardo Baglioni*
- 937 **Riflessioni intorno alla forma del mantello del padiglione di Osaka di Maurizio Sacripanti**  
Reflections around the shape of the Osaka pavilion cape by Maurizio Sacripanti  
*Lorena Greco, Maria Laura Rossi, Marta Salvatore*
- 945 **Matrici visive del progetto di trasformazione dello spazio urbano pubblico. Flusso di dati e costruzione dell'immagine**  
Visual matrix of the public space transformation project. Data flow and the construction of the image  
*Anna Christiana Maiorano*
- 951 **Disvelare frammenti di città. Permutazioni e trasformazioni della Napoli di fine Ottocento nelle cromolitografie di D'Ambrà**  
Reveal fragments of city. Permutation and transformation of the city of Naples at the end of 1800s in D'Ambrà's chromolithography  
*Daniela Palomba*
- 961 **Dal rilievo alla comunicazione: le nuove frontiere della rappresentazione. Il caso della Grotta Doria**  
From survey to communication: the new frontiers of representation. The case of the Doria Cave  
*Massimo Malugini*
- 969 **Modellare smorfie. Rilievo e rappresentazione aptica di due teste scultoree di Franz Xaver Messerschmidt**  
Modeling grimaces. Survey and haptic representation of two sculptural heads by Franz Xaver Messerschmidt  
*Alberto Sdegno, Paola Cochelli, Veronica Riavis, Ruben Camponogara*
- 977 **La rappresentazione digitale per la valorizzazione di siti archeologici: il caso del sito di Forum Sempronii**  
La rappresentazione digitale per la valorizzazione di siti archeologici: il caso del sito di Forum Sempronii  
*Anna Murconi, Laura Baratin, Oscar Mei, Elvio Moretti*
- 985 **Digital Fabrication. Strumenti innovativi vs antichi principi**  
Digital Fabrication. Advanced tools vs old rules  
*Mara Capone*
- 993 **Letture e interpretazione dei luoghi: la modellazione come strumento di conoscenza e integrazione di saperi**  
Reading and interpretation of places: the modelling as a tool of knowledge and integration of knowledge  
*Rosaria Palomba, Giuseppe Di Gioia*
- 1001 **Aspetti metodologici della rappresentazione analogica e digitale come modalità di approccio e lettura connessa al progetto di rilievo e di architettura**  
Methodological aspects of analogic and digital representation as approach and reading method related to survey and architecture project  
*Giulia Pellegrini*
- 1009 **In un foglio del Manoscritto B il ponte tra Leonardo e Francesco di Giorgio**  
A bridge from Leonardo to Francesco di Giorgio in a sheet from Manuscript B  
*Marco Carpicevi, Irene Di Bernardino, Fabio Colonese*
- 1017 **La rappresentazione del castello di Predjama in Slovenia. Rilievo digitale e rappresentazione della cavità naturale**  
The representation of the Predjama Castle in Slovenia. Digital surveying and representation of the natural cave  
*Luigi Corniello, Andrea Maligari*
- 1025 **Il santuario di Poggio Colla: dalla ricerca archeologica alla rappresentazione digitale, testimonianze per il rituale etrusco**  
The Etruscan sanctuary at Poggio Colla: from archaeological research to digital representation. evidence for Etruscan ritual  
*Alessandro Nocentini, Gregory Warden*
- 1033 **Il disegno e la rappresentazione in un contesto di conservazione contemporanea**  
Drawing and representation in a contemporary conservation context  
*Francesca Gasparetto, Laura Baratin, Sara Bertozzi, Alessandra Cattaneo*
- 1043 **Protocollo Cognitivo e Comunicativo per un Codice di Lettura ai fini della Documentazione, Rappresentazione, Gestione e Valorizzazione del Sistema Informativo del Patrimonio Culturale dei Paesaggi Urbani delle Città Storiche.**  
Cognitive and Communicative Protocol for a Reading Code for the purposes of Documentation, Representation, Management and Development of the Information System of the Cultural Heritage of the Historic Urban Landscapes City.  
*Alessandro De Masi*
- 1051 **Città e paesaggi del Mediterraneo: i "borghi rurali andalusi"**  
Cities and Landscapes of the Mediterranean: "Andalusian rural villages"  
*Loredana Ficarelli*
- 1059 **Disegno e rappresentazione come strumenti per la modificazione del contesto urbano, il caso studio della piazza Nicola Amore di Roccamonfina**  
Drawing and representation as tools for the modification of the urban environment. the study case of Nicola Amore square in Roccamonfina  
*Giuliana Chierciello, Enrico De Cenzo*
- 1067 **La rappresentazione del paesaggio reale nei dipinti e nelle quadrature**  
The representation of the real landscape in paintings and quadratures  
*Barbara Aterini*
- 1073 **Dal rilievo alla ricostruzione del progetto: la torre Pisana nel palazzo Reale di Palermo**  
From survey to the reconstruction of the design: the Pisana tower in the Royal palace of Palermo  
*Fabrizio Agnello, Maria Antonietta Badalamenti*
- 1081 **L'anastilosi virtuale nell'architettura moderna: la copertura della Sala delle Regioni nella chiesa de "L'autostrada del sole"**  
Virtual anastylosis in modern architecture: the roof of the Hall of the Regions in the church of the "Motorway of the sun"  
*Alessandro Merlo*
- 1089 **La Certosa di San Martino di Napoli quale scrigno di saperi architettonici ed esemplificazione monumentale per una nuova evoluzione della ricerca**  
The charterhouse of San Martino in Naples as a treasure trove of architectural knowledge and monumental examples for a new evolution of the research  
*Massimiliano Campi*
- 1097 **La ricostruzione dell'ultima cinta muraria della città di Napoli: il Muro Finanziere**  
The graphic reconstruction of the Nineteenth city wall in Naples: the Muro Finanziere  
*Raffaele Catuogno*

1105 **Patrimonio culturale. tecniche della rappresentazione per la conservazione ed il restauro**  
Cultural heritage. representation techniques for conservation and restoration  
*Rosa Anna Genovese*

1113 **Dal rilievo al 3D: la rappresentazione del patrimonio archeologico nel progetto "Un museo in tutti i sensi"**  
From survey to 3D: the representation of the archaeological heritage in the project "A museum in every sense"  
*Paola Puma*

1121 **Il rilievo 3D per lo studio delle stratificazioni: un caso di sinergia applicazione all'archeologia e all'architettura storica**  
*Una parte della Villa dei Quintili sui Colli Tuscolani e due fabbriche tardo-rinascimentali*  
The 3D survey for the study of stratifications: a case of simultaneous application to archeology and historic architecture  
*A part of the Villa of the Quintili on the Tuscolan hills and two Late-Renaissance factories*  
*Saverio D'Auria, Fabrizio De Silla, Rodolfo M. Strollo*

1129 **Le frontiere della divulgazione virtuale applicate alla Villa di Poppea**  
The frontier of the virtual dissemination applied to the Villa of Poppea  
*Fausta Fiorillo, Salvatore Barba, Francesco Fossi*

1137 **Procedure integrate di rilievo e modellazione BIM per il patrimonio costruito**  
Integrated survey procedures and BIM modelling for architectural heritage  
*Antonella di Luggo*

1145 **Metodi di conoscenza integrata per il progetto pilota di rigenerazione di parti di città tradizionale nella Cina meridionale**  
Integrated knowledge methods for pilot regeneration project of traditional parts of city in southern China  
*Marianna Calia*

1155 **Nuove forme di visualizzazione del bene culturale: la realtà immersiva e la Scuola del Carmine a Padova**  
New ways to visualize cultural heritage: the immersive reality and *La Scuola del Carmine* in Padua  
*Isabella Friso*

1161 **La scala "vacua nel mezzo". Due esempi napoletani a confronto**  
The "empty in the middle" staircase. A comparison of two Neapolitan examples  
*Ornella Zerlenga*

1169 **Rituali carnevaleschi europei: rilievo e rappresentazione digitale dell'effimero nell'ambito del progetto europeo CARNIVAL**  
European carnival rituals: digital surveying and representation of the European project CARNIVAL  
*Luca Cipriani, Filippo Famini*

1177 **Oltre le apparenze: trasformazioni dello spazio architettonico attraverso la lettura del rilievo**  
Beyond appearances: reading architectural space transformations through the survey  
*Cesare Cundari, Giovanni Maria Bagorda, Gian Carlo Cundari, Maria Rosaria Cundari, Giuseppe Amuono*

1185 **Line-widths Editing for Achieving 3D-Like Appearance in Line Drawings**  
*Hidetoshi Suzuki, Yasushi Yamaguchi*

### 3. **TERRITORI E FRONTIERE DELLA DIDATTICA** *TERRITORIES AND FRONTIERS OF TEACHING*

1191 **Ora tocca agli architetti ritornare a disegnare**  
Now it's up to the architects return to drawing  
*Nicola di Battista*

1195 **Tra ricerca e didattica: dalla nuvola di punti all'H-BIM**  
Between research and didactic: from the point cloud to H-BIM  
*Massimiliano Lo Turco, Cetina Samagati*

1203 **Il disegno come linguaggio. Esperienze didattiche di comunicazione visiva in contesti non progettuali**  
Drawing as a language. Teaching experiences in of visual communication design for non-designers  
*Leizia Bollini*

1211 **Disegno e didattica on line**  
Drawing and on-line teaching  
*Paolo Giandebiaggi*

1217 **Reconstrucción geométrica de una pieza mecánica: láser escáner e impresión 3D**  
Geometric reconstruction of a mechanical piece: laser scanner and 3D printing  
*Lopresti Enara, Fuertes, Laura Lara Mariana, Gavino Sergio, Speoni Luca, Defranco Gabriel*

1225 **Dal rilievo del progetto alla rappresentazione: esperienze di analisi geometrico-concettuali dell'architettura del Novecento tra didattica e ricerca**  
From the survey of the project to representation: geometrical-conceptual analysis of the architecture of the Twentieth century between teaching and research  
*Marcello Balzani, Federica Maietti*

1233 **Nuovi tools per il progetto urbano tra rappresentazione e simulazione dell'ambiente**  
New urban design tools between representation and environment simulation  
*Rossella Salerno*

1241 **Il ruolo della Geometria Descrittiva nella formazione degli allievi della prima Scuola di Ingegneria d'Italia**  
The role of Descriptive Geometry in forming pupils in the first Italian School of Engineering  
*Maria Ines Pascariello*

1249 **Virtualizzare l'insegnamento del Disegno nelle Scuole di Architettura**  
Virtualizing Graphic Education in Architectural Curricula  
*Luigi Cocchiarella*

1255 **Modelli virtuali immersivi dalle visioni della fantascienza sociologica del cinema europeo**  
Virtual Immersive Models for Viewing Social Science Fiction in European Cinema  
*Federico O. Oppedisano, Daniele Rossi*

1263 **Sulla pedagogia del disegno di architettura, "tra ricerca e didattica". Note su un tema attuale**  
On the pedagogy of architectural design. "between research and didactics". Notes on a current topic  
*Maurizio Unali*

- 1269 **Dal paradigma della radice a quello della rete neurale. Sperimentazioni sulla rappresentazione multimediale**  
From the paradigm of the root to that of the neural network.  
Trials on multimedia representation  
*Agostino Urso*
- 1279 **Modelli cartacei per la comprensione della forma architettonica: ricerca, progetto, sperimentazione e didattica in un dialogo tra geometria e rappresentazione**  
Paper models for the understanding of architectural shape: research, design, testing and teaching in a dialogue between Geometry and Representation  
*Martino Pavignano, Caterina Cumino, Maria Luisa Spreafico, Ursula Zich*
- 1287 **Repraesentāmus. Note sulla didattica del disegno tra passato, presente e futuro**  
*Repraesentāmus. Notes on drawing education between past, present and future*  
*Alessandro Luigini*
- 1295 **Intelligenza grafica. I territori della didattica del disegno e del pensiero grafico**  
Graphic intelligence. The territories of teaching drawing and graphic thinking  
*Enrico Cicalò*
- 1303 **Il ruolo del Disegno nelle scuole del primo Ciclo**  
The role of Teaching Graphic Arts in the First Cycle Schools  
*Giuseppe Nicastro*
- 1307 **Itinerari del Disegno: dalle opere del museo ai luoghi dell'arte**  
The itineraries of Drawing: from museum works to art places  
*Rita Valenti, Emanuela Paternò*
- 1315 **Gli scaloni monumentali a Brescia durante il governo della Serenissima Repubblica di Venezia**  
The monumental staircases in Brescia during the government of the Serenissima Republic of Venice  
*Matteo Pontoglio Emilii*
- 1325 **Architetture italiane a Buenos Aires. Censimento, descrizione, analisi e valorizzazione di un patrimonio a rischio**  
Italian architectures in Buenos Aires: census, description, analysis and enhancement of a threatened heritage  
*Maria Pompeiana Iarossi, Giampiero Mele, Matilde Rossini*
- 1335 **Linkage between industry and the University in the graphic documentation of Industrial Projects**  
*Elsa Beatriz Bombassei, Félix Bombassei, José Molinero, Hernán Lucero, Leandro Giorgetti*
- 1339 **Il disegno come strumento per conoscere l'architettura e l'ambiente costruito**  
Drawing as tool of knowledge of architecture and built environment  
*Pia Davico*
- 1351 **La Historia de Frente. El levantamiento como estrategia para la escubierta del patrimonio urbano e arquitectónico de Montería (Colombia).**  
The History in Front. The survey as a strategy for the discovery of the urban and architectural heritage of Montería (Colombia)  
*Massimo Leserri, Juan Pablo Olmos Lorduy, Manuel Cogollo Posada*
- 1359 **El boceto analógico en el proceso proyectual. una experiencia interdisciplinaria**  
The analog *boceto* in the project process, an interdisciplinary experience  
*José Antonio Palacios, Víctor Arturo Lorenzo*
- 1365 **Reflexiones sobre la docencia actual en expresión gráfica en España**  
The analog *boceto* in the project process, an interdisciplinary experience  
*Flavio Celis, Ernesto Echeverría, Enrique Castaño, Manuel de Miguel*
- 1371 **Le mani sull'architettura. Sperimentazioni per progetti di comunicazione inclusiva**  
Hands-on Architecture Experimentation for inclusive communication projects  
*Ivana Passamani*
- 1379 **Integrazione tra didattica e ricerca per la lettura e rappresentazione del sistema murato di Cagliari (Sardegna)**  
Integration between teaching and research for analysis and representation of Cagliari walled system (Sardinia)  
*Andrea Pirinu*
- 1385 **A case study on the education of architectural digital studio. Automatic generation of forms, integrated design, and digital presentation**  
*Naomi Ando*
- 1391 **Il disegno della città, rilievo e didattica 2.0**  
The drawing of the city, survey and 2.0 training  
*Enza Tolla, Antonio Bixio, Giuseppe Damone*
- 1399 **Le frontiere condivise dell'insegnamento dell'architettura. L'esperienza del percorso internazionale di studi KORE-ETSAV**  
The shared frontiers of architectural teaching. The KORE-ETSAV international course study experience  
*Guillem Bosch Folch, Isabel Crespo Cabillo, Mariangela Liuzzo, Calogero Marzullo*
- 1407 **Disegno e rilievo per il restauro: la valorizzazione delle insule conventuali dismesse del centro storico di Salerno**  
Drawing and survey for restoration: the valorization of disused convents of the historic centre of Salerno  
*Federica Riberu, Emanuela De Feo*
- 1415 **El cuento como herramienta gráfica**  
The story as a graphic tool  
*Rodolfo Mejías Cubero*
- 1421 **Per la ricostruzione di Amatrice. Un'esperienza di rilievo urbano tra didattica e ricerca**  
For the reconstruction of Amatrice. Urban surveying experience between teaching and research  
*Elena Ippoliti, Andrea Casale, Michele Caivano, Francesca Guadagnoli*
- 1433 **Il mondo come è e il mondo come appare. Una lezione per i bambini**  
A lecture for children: The world as it is and the world as it appears  
*Federico Fallavollita*
- 1441 **Parametri interoperabili e geometria: attualità dell'insegnamento del Disegno**  
Interoperable parameters and geometry: current teaching architectural drawing  
*Paolo Borin*
- 1449 **Dal disegno alla rappresentazione tridimensionale: temi di ricostruzioni virtuali**  
Digital representation and virtual reconstruction of drawn architecture  
*Fabrizio I. Apollonio, Federico Fallavollita, Elisabetta C. Giovannini, Riccardo Foschi*



- 1459 Rilievo e rappresentazione. Dalla teoria alle applicazioni architettoniche delle superfici voltate  
Survey and representation. From theory to architectural applications of vaulted surfaces  
*Carmela Crescenzi*
- 1469 La didattica come "territorio" di superamento delle frontiere del sapere specialistico: il Sistema Nazionale Protezione Siti Sensibili (SINAPSIS)  
Teaching as a "territory" for crossing the boundaries of specialist knowledge: the National Protection System for Sensitive Sites (SINAPSIS)  
*Leopoldo Repola, Andrea Giordano*
- 1477 Mapear el territorio y la ciudad  
Mapping out land and the city  
*Pablo Jeremías Juan Gutiérrez, Carlos L. Marcos*
- 1489 Il disegno, la buona scuola e l'Università. Approccio didattico e esperienze negli insegnamenti del 'disegno'  
Drawing, the 'buona scuola' and the University. Didactic approach and experiences in the teaching of drawing  
*Alessio Cardaci*
- 1501 Patrimonio ed emergenza: un Laboratorio di formazione e pratica dell'Architettura  
Heritage and emergency: a Laboratory of training and practice of Architecture  
*Antonio Conte*
- 1509 Il disegno nell'e-learning: una frontiera tra didattica e ricerca  
E-learning tools in the teaching of drawing: a frontier between didactics and research  
*Stefano Chiarenza*
- 1517 Tecnologie digitali per la valorizzazione del patrimonio culturale. La rappresentazione di beni non accessibili  
Digital technologies for the enhancement of cultural heritage. Representation of not accessible goods  
*Vincenza Garofalo*
- 1525 Percorsi didattici per la lettura di architetture disegnate: dall'immagine al modello digitale  
Didactic paths for reading drawn architectures: from the image to the digital model  
*Barbara Messina*
- 1533 Flipped Geometry  
Flipped Geometry  
*Antonio Álvaro Tordesillas, Noelia Galván Desvaux*
- 1537 Adquisición de competencias en representación gráfica - uso de aula virtual  
Acquisition of competences in graphic representation - use of virtual classroom  
*Francisco Micilli, Agustín Adami*
- 1543 Marco teórico-conceptual para la enseñanza de los sistemas de representación gráfica en Argentina  
Theoretical framework for teaching graphical representation systems in Argentina  
*Ariel Shigeru Uena*
- 4. TERRITORI E FRONTIERE DELLA RAPPRESENTAZIONE NELLA EVOLUZIONE DELLE PROFESSIONI**  
**TERRITORIES AND FRONTIERS OF REPRESENTATION IN THE EVOLUTION OF THE PROFESSIONS INVOLVED**
- 1551 La búsqueda de la tridimensionalidad en la práctica profesional. Del *patesi* Gudea a la Elbphilharmonie de Hamburg  
The search for three-dimensionality in professional practice. From the *patesi* Gudea to the Elbphilharmonie in Hamburg  
*José Antonio Franco Taboada*
- 1559 Gli strumenti di rappresentazione nella procedura ARBIM  
Representation tools in ARBIM process  
*Tommaso Empler*
- 1569 Modelli e stampi di manufatti in terracotta per l'architettura tra Medioevo e Ottocento: la sfida delle nuove tecnologie digitali 3D  
Models and moulds of terracotta architectural artefacts between Middle Age and 19th Century: the challenge of three-dimensional digital modelling  
*Elena Teresa Clotilde Marchis*
- 1577 Rilievo e rappresentazione speditiva della chiesa di San Aurelio in Ferrara  
Quick survey and representation of San Aurelio church in Ferrara  
*Michele Russo*
- 1583 Nuovi media nel campo della comunicazione del Cultural Heritage: una esperienza per il MARC Museo Archeologico di Reggio Calabria  
New media in the field of the Cultural Heritage's communication: an experience for the MARC Archeological Museum of Reggio Calabria  
*Francesca Fotta, Manuela Bassetta, Andrea Manti, Andrea Marraffa, Domenico Mediani*
- 1591 Rilievo, modellazione e ricostruzione virtuale come strumento di conoscenza ed analisi critica del territorio e del patrimonio architettonico. Il caso del Castello Giusso con il borgo di fondazione di Sicignano degli Alburni (SA)  
Survey, 3D modeling and virtual reconstruction as an instrument of knowledge and critical analysis of territory and architectural heritage. The case of the Giusso Castle with the foundation area of Sicignano degli Alburni (SA)  
*Gerardo Maria Cennamo, Maria Rosari Cundari*
- 1599 Il BIM applicato al patrimonio costruito: due casi studio  
BIM applied to built heritage: two case studies  
*Laura Carnevali, Fabio Lanfanchi*
- 1605 Processi progettuali BIM-based per l'architettura sostenibile  
BIM-based design processes for sustainable architecture  
*Andreani Maria, Bertagni Stefano, Biagini Carlo, Mallo Filippo*
- 1611 Mostrare o vero far vedere. Riflessioni intorno ad alcune esperienze di rappresentazione del patrimonio culturale  
Show art. Reflection about some experiences of the Cultural Heritage Representation  
*Sara D'Amico*

- 1617 La realtà virtuale come metodologia di sviluppo di nuove figure professionali: gestione e condivisione del *cultural heritage* in ambito museale. riabilitazione cognitiva e progettazione architettonica.  
Virtual reality as a development methodology for new professionalisms: management and sharing of *cultural heritage* in museums. cognitive rehabilitation and architectural design  
*Alessandro Basso*
- 1625 Basi di dati geografici e modelli per la rappresentazione della città e del territorio. Questioni metodologiche per l'uso di *software GIS e BIM*  
Geographical databases and models for urban and territorial representation. Methodological issues in the use of *GIS and BIM*  
*Rolando Andrea, Oreni Daniela, Scandiffo Alessandro*
- 1631 An integrated modeling system (BIM) for a quickly and reliable evaluation of the "interference" for the historical building aggregates: Limit Emergency Condition (CLE).  
*Assunta Pelliccio, Marco Sacchetti, Ernesto Grande*
- 1639 Il rilievo digitale del complesso di Santa Maria Maddalena de' Pazzi e la documentazione dei sottotetti  
The digital survey of the complex of Santa Maria Maddalena de' Pazzi and the documentation of the garret  
*Matteo Bigongiari*
- 1645 Modelado con tecnología BIM mediante sistema de toma de datos *Multi-Sensor* para la simulación energética de un gran terciario  
*BIM* modeling technology based on Multi-Sensor Data system for energy simulation of a tertiary sector building  
*Faustino Patiño-Cambeiro, Guillermo Bastos, Julia Armesto, Faustino Patiño-Barbeito, Juan Ignacio Prieto-López*
- 1651 La rappresentazione per il mondo della produzione. scenari digitali nella formazione degli attori del processo edilizio  
Representation for professionals. digital scenarios for training of building process actors  
*Carlo Caldera, Matteo Del Giudice, Andrea Lingua, Giuseppe Moglia, Mariela Rebaudengo*
- 1659 Riscoperta del palazzo della famiglia Branconio in L'Aquila. Applicazioni *BIM* a un cantiere della ricostruzione aquilana  
Rediscovery of the palace of Branconio family in L'Aquila. *BIM* applications to a construction site in L'Aquila  
*Romolo Continenza, Ilaria Trizio, Alessandra Tata*
- 1667 Il rilievo integrato come strategia metodologica per la conoscenza delle frequenti criticità riscontrabili nell'impiantistica sportiva  
Survey methodology for integrated strategy as the knowledge of frequent critical found the training center  
*Stefano Bertocci, Marco Ricciarini*
- 1675 L'iper-rappresentazione. Autopoiesi dell'idea progettuale in rapporto con il parametricismo  
The hyper-representation. Autopoiesis of the design idea in relation with parametricism  
*Domenico D'Uva*
- 1683 Strumenti di conoscenza del territorio nell'era della comunicazione digitale: un progetto per l'*Insula Episcopalis* di Napoli  
Instruments for the urban territory in the digital communication era: a project for the *Insula Episcopalis* of Naples  
*Valeria Cera, Simona Scandurra*
- 1691 Per un teatro dell'architettura e della città: teorie e pratiche di realtà aumentata alla *Cité de l'architecture et du patrimoine* al *Palais de Chaillot* (Parigi)  
For a theater of architecture and the city: theories and practices of augmented reality at the *Cité de l'architecture et du patrimoine* at the *Palais de Chaillot* (Paris)  
*Mirco Camella*
- 1699 Archivio *iNCarnat* della *peRformAnce* (ANCORA).  
Nuove frontiere della rappresentazione per il *cultural heritage*  
Embodied Archive of the Performance (ANCORA).  
New directions of representation for the cultural heritage  
*Malvino Borgherini, Annalisa Sacchi, Maria Grazia Berlangieri*
- 1707 Il disegno e le tecnologie nel processo di comunicazione delle informazioni  
Drawing and technologies in the information communication process  
*Francesca Maria Ugliotti, Daniela De Luca, Anna Osello*
- 1715 Girard Desargues e la supremazia della teoria progettuale sulla pratica di cantiere  
Girard Desargues and the supremacy of design theory on construction site practice  
*Cristian Boscaro*
- 1719 Il disegno del fare. Modellazione computazionale e fabbricazione digitale nello studio delle superfici minime  
Design doing. Computational modeling and digital fabrication in the analysis of minimal surfaces  
*Michela Rossi, Giorgio Buratti*
- 1727 Architectural Drawing and Graphic Narratives in the Digital Age  
*Carlos L. Marcos*
- 1733 Aspetti metodologici per l'uso di modellatori parametrici di superfici nella progettazione architettonica. Un caso di studio  
Methodological aspects for the use of surfaces parametric modelers in architectural design. A study case  
*Fabrizio Avella*
- 1741 Ruoli identitari ed utilità sociali nell'opera professionale: il supporto della ricerca scientifica nell'evoluzione di nuovi approcci, procedure e strumenti  
Identitarian roles and social utility in the professional work: the support of scientific research for the development of new approaches, procedures and instruments  
*Gerardo Maria Cemamo, Stefano Savoia*
- 1749 Gestione del patrimonio e modelli innovativi: la piattaforma virtuale della Certosa di Padula  
Heritage management and innovative models: The virtual platform of Padula's Monastery  
*Antonio Bixio, Giuseppe Damone, Giuseppe La Greca*
- 1757 Rappresentare per costruire. Il modello *BIM* cardine di una rivoluzione  
Representing to build. The *BIM* model is the keystone of a revolution  
*Cecilia Bolognesi, Alberto Pavan*
- 1765 La rappresentazione dell'ambiente urbano. paradigmi e linguaggi  
Representation of the urban environment. paradigms and languages  
*Lia Maria Papa*
- 1773 Il *BIM* per il Facility Management: uno strumento di gestione a costo zero  
*BIM* for the Facility Management: a management tool free of charge  
*Barbato Davide, Barile Salvatore*

- 1781 Experiences and professional skills focussed on the design of interior stylings for superyacht projects  
*Carlos Balcala*
- 1783 Actividades de diseño, prototipado y tratamiento de imágenes en el laboratorio dibio  
Design, Rapid Prototyping, Image processing in DiBio Laboratory  
*Muguiro Nestor ●, Pizarro Miguel A., Basayo John M.*
- 1791 Los sistemas de información geográficos y su aporte para la elaboración de mapas dinámicos de riesgos múltiples  
Geographical information systems and its support for the development of dynamic maps of multiple risks  
*Rubén Actis Danna, Jorge Eduardo González, Alunna Pana, Sofia*
- 1797 Breve análisis del proceso de revisión  
Brief analysis of the review process  
*Salvatore Barba*

# Modelli cartacei per la comprensione della forma architettonica: ricerca, progetto, sperimentazione e didattica in un dialogo tra geometria e rappresentazione

Paper models for the understanding of architectural shape:  
research, design, testing and teaching in a dialogue between Geometry and Representation

Martino Pavignano\*, Caterina Cumino\*\*, Maria Luisa Spreafico\*\*, Ursula Zich\*

LA RICERCA SI ORIENTA VERSO RINNOVATE FORME DI RAPPRESENTAZIONE PLASTICA CHE PERMETTONO UNA CONDIVISIONE DELLA CONOSCENZA (ARCHITETTONICA) ATTRAVERSO UNA MODELLAZIONE PIÙ ACCESSIBILE E RIPETIBILE: QUELLA CON LA CARTA.

L'INTERDISCIPLINARIETÀ DELLA RICERCA HA PORTATO ALLA PROGETTAZIONE DI SUPPORTI PER LA DIDATTICA DELLE SUPERFICI RIGATE IN ARCHITETTURA, RAGIONANDO TRA PROIEZIONI E SVILUPPI, QUANTIFICANDO SUPERFICI E PERIMETRI, CON L'USO DI STRUMENTI MATEMATICI QUALI IL CALCOLO INTEGRALE. GLI ESITI VANNO DAL GENERALE AL PARTICOLARE, GIUNGENDO ALL'APPLICAZIONE SULLA MOLE ANTONELLIANA.

PAROLE CHIAVE: MODELLO CARTACEO, GEOMETRIA DELLE SUPERFICI RIGATE, SPERIMENTAZIONE DIDATTICA

## Introduzione

L'utilizzo di modelli nel percorso progettuale è prassi consolidata, nella fase di studio e di comunicazione alla committenza, e non solo (Arnheim 1981, pp. 136-140). Essi sono media ideali per integrare le capacità di visualizzazione (e ricostruzione) spaziale a partire da disegni (di progetto e non). Nelle scuole di applicazione per ingegneri e architetti il modello fisico si rivelò elemento essenziale per la didattica tecnico-scientifica (Coppo, Spallone 2008, p. 171). In ambito strettamente architettonico, storicamente ligneo, artigianale e di elevato costo, il modello fisico viene recentemente soppiantato dal modello virtuale che ne rinnova il 'mercato' (Docci 2007; Benedetti 2009) e ancora diversificato dall'introduzione della stampa 3D che ne ha ridefinito, oggi, la centralità come strumento comunicativo ma anche divulgativo verso un pubblico sempre più eterogeneo, anche attraverso la creazione di oggettistica e/o supporti didattici o di *merchandising*.

La nostra ricerca vuole quindi andare oltre il potere visivo esercitato dall'architettura costruita a favore di un approccio critico che privilegia la forma geometrica esplorando le relazioni tra matematica e disegno utilizzando una rappresentazione che diviene tangibile con un modello fisico esito della mediazione tra i due approcci culturali. La conseguente ricaduta didattica esplora quindi un territorio di frontiera che vede nel modello cartaceo il *medium* ideale perché è una rappresentazione dinamica che, sottendendo un'ottima padronanza della geometria analitica e/o differenziale, sviluppa le capacità di prefigurazione spaziale e di lettura critica relazionate alle diverse fonti grafiche (Ackerman 2003).

## Progetto di un modello di studio per la comprensione della forma costruita

Passando dalla ricerca alla didattica la difficoltà è quella di identificare le modalità idonee alla trasmissione del sapere affinché divenga base per il saper fare.

Nella didattica delle superfici rigate riconoscibili nelle strutture di copertura (tetti a falde e strutture voltate riconducibili a intersezioni di

THE RESEARCH IS ORIENTED TOWARDS RENEWED FORMS OF PLASTIC REPRESENTATION THAT ALLOW A SHARING OF (ARCHITECTURAL) KNOWLEDGE THROUGH THE MOST ACCESSIBLE AND REPEATABLE FORM OF MODELING: THAT WITH THE PAPER.

THE INTERDISCIPLINARY OF OUR RESEARCH LED US TO DESIGN SUPPORTS FOR TEACHING RULED SURFACES IN ARCHITECTURE COURSES. BY MEANS OF PROJECTIONS AND DEVELOPMENTS, EVALUATIONS OF SURFACES AND PERIMETERS, USING OF MATHEMATICAL TOOLS SUCH AS INTEGRAL CALCULUS.

OUR RESULTS RANGE FROM THE GENERAL TO THE PARTICULAR, UP TO AN APPLICATION TO THE MOLE ANTONELLIANA.

KEYWORDS: PAPER MODEL, GEOMETRY OF RULED SURFACES, EDUCATIONAL EXPERIMENTATION

## Introduction

The use of models in the design process is a standard practice, during study and communication with customers, and even more (Arnheim 1981, pp. 136-140). They are ideal medium for integrating spatial visualization (and reconstruction) skills from drawings (of design or not). In the ancient application schools for engineers and architects, the physical model turned out to be essential for the technical education (Coppo, Spallone 2008, p. 171). In a closely architectural context, the historically wooden, craftsmanship and high cost models are recently supplanted by virtual models that renews the 'market' (Docci 2007; Benedetti 2009) and are even diversified by the introduction of 3D printing, that has re-defined today, its central role as a communication and also informative tool to an increasingly heterogeneous audience, including the creation of objects and / or teaching aids or merchandising.

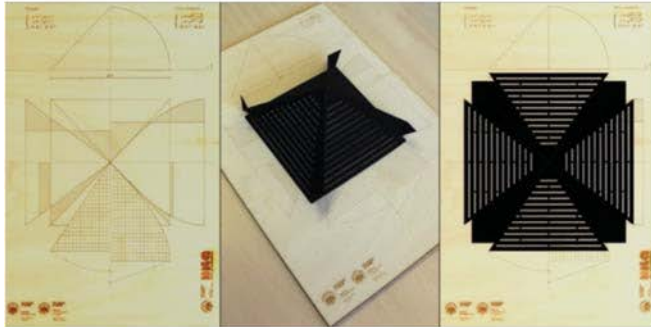
Our research will therefore go beyond the visual power exercised by the built architecture to promote a critical approach, which emphasizes geometric shape exploring relationships between mathematics and drawing and using a representation that becomes tangible with a physical model generated by a mediation between the two cultural approaches. As a consequence, in the domain of teaching we then explore a frontier territory that finds the ideal medium in paper model, because it is a dynamic representation which, subtending a knowledge of analytic and/or differential geometry, develops skills of spatial foreshadowing and critical reading, related to the different graphic sources (Ackerman 2003).

## Design of a study model for understanding shapes

Moving from research to teaching, the problem is to identify methods to transmit knowledge so order that it becomes the basis of know-how. In the teaching of ruled surfaces (recognizable in roofing structures: pitched roofs and vaulted structures understandable as intersections of cylinders), we have, over the years, developed a teaching methodology that takes advantage of dynamic models employing origami techniques!



1/ Tra modello e sviluppo: studio di una copertura piramidale con la TG  
 1/ Between model and development: study of a pyramidal roof using TG



cilindri) abbiamo, negli anni, sviluppato una metodologia didattica che si avvale di modelli dinamici riconducibili alle tecniche origami'. Il percorso geometrico-analitico alla base della modellazione cartacea, diviene struttura portante dei supporti didattici applicati all'architettura, permettendo una gestione del modello tangibile che rende più interattivo il processo cognitivo, permettendo di "pensare con le mani" (Giugiaro 1999, p. 5). La modellazione fisica<sup>2</sup> va infatti oltre le simulazioni digitali e alle rappresentazioni grafiche, obbligando l'utente ad una maggior coordinazione tra pensiero e azione.

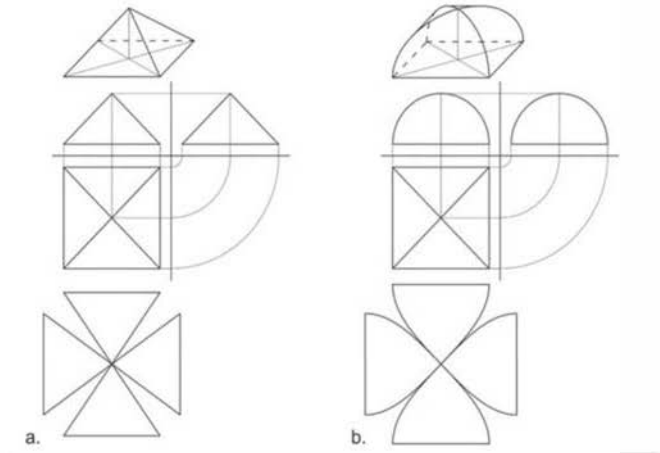
Naturale evoluzione di quella ricerca è stato il progetto di un sussidio didattico per una lezione teorica, capace di visualizzare non solo una serie di contenuti ma anche di narrarne la genesi: un modello di studio quindi per indagare il rapporto tra forma costruita e sua rappresentazione fruendo di uno sguardo geometrico privilegiato nato dal binomio disegno/matematica. La scelta fatta è stata di dare forma ad un supporto ligneo (statico) animato da un modello cartaceo (dinamico). Già "il Filarete [...] caldeggia l'utilizzo di modelli lignei e disegni, entrambi in scala, in maniera da essere sovrapponibili in corso d'opera, e così verificabili" (Scalzo 2010, p. 52; Finoli, Degrassi 1972, pp. 40-42): la possibilità di installare un modello cartaceo tangibile sulla nostra 'Tavoletta grafica' (da ora TG) accompagna a comprendere il rapporto proiezione/sviluppo delle superfici ed osservare e confrontare le rappresentazioni.

#### Tavoletta Grafica

Ai fini didattici abbiamo scelto di analizzare due solidi di traslazione con uguale sezione e riconducibili ad una stessa proiezione sul piano orizzontale: un tetto, assimilabile ad una piramide a base quadrata con altezza pari a metà del lato di base, e una volta a padiglione, nata dall'intersezione di due cilindri a sezione semicircolare. Le forme scelte<sup>3</sup> sono esemplificative di un metodo analitico che può essere opportunamente ricontestualizzato ed applicato.

Consideriamo allora un primo cilindro  $C_1$ , con generatrici parallele all'asse delle  $y$ , di equazione (da ora eq.):  $z = f(x)$ , e un secondo cilindro  $C_2$ , di eq.:  $z = f(y)$ , ottenuto ruotando il primo di  $90^\circ$ . L'intersezione  $C_1$

2/ Vista assonometrica, proiezione ortogonale e sviluppo di  
 a. piramide. b. volta a padiglione.  
 2/ Axonometric view, orthographic projection and developments of  
 a. pyramide. b. cloister.



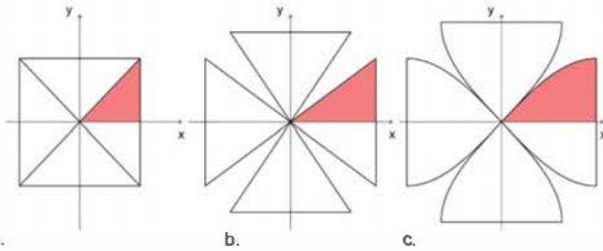
The geometric-analytic method on which paper modeling is based, becomes load-bearing structure of the teaching aids applied to architecture, allowing a management of the tangible model which makes the cognitive process more interactive, enabling to "think with his hands" (Giugiaro 1999, p. 5). The physical modeling<sup>2</sup> in fact goes beyond digital simulations and graphic representations, forcing the user to a greater coordination between thought and action. A natural evolution of that research was the design of a teaching aid for a theoretical lesson, that could display not only a range of content but also a report of its genesis: therefore a study model to investigate the relationship between shape and its representation, using a privileged geometric view generated by the combination design/mathematics. We chose to give shape to a wooden (static) support animated by a (dynamic) paper model. Already "the Filarete [...] recommended the use of drawings and wooden models, both in scale, to be superimposed during work, and so to be verifiable" (Scalzo 2010, p. 52; Finoli, Degrassi 1972, pp. 40-42): the possibility to install a tangible paper model on our 'Graphic Tablet' (hereinafter TG) leads to understand the relationship projection/development of surfaces and to observe and compare representations.

#### Graphic tablet

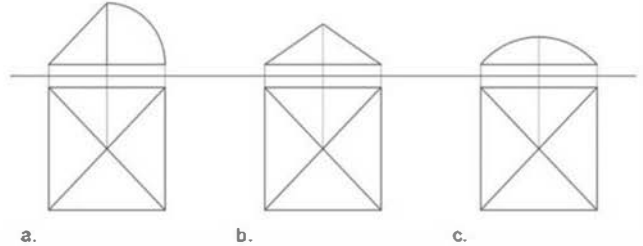
For educational purpose we chose to analyze two translation solids with equal cross section and same projection on the horizontal plane: a roof, similar to a square-based pyramid with height equal to half of the base side, and a cloister vault, generated by the intersection of two semicircular cylinders. The chosen shapes<sup>3</sup> are exemplary of an analytical method that can be suitably applied and reframed. Consider then a first cylinder  $C_1$ , with generatrices parallel to the  $y$  axis, having equation (from now eq.):  $z = f(x)$ , and a second cylinder  $C_2$ , having



3/ Confronto tra le aree calcolate: a.  $A^{p.a.}$ , b.  $A^{mf.pir}$ , c.  $A^{mf.pad}$   
 3/ Comparing areas: a.  $A^{p.a.}$ , b.  $A^{mf.pir}$ , c.  $A^{mf.pad}$



4/ Confronto tra le sezioni di altezza r (a.) e quelle calcolate per avere una superficie di copertura pari al valore  $A^{p.a.} + b.$  piramide, c. padiglione  
 4/ Comparison between sections of height r (a.) and sections concerning a covering surface of area  $A^{p.a.} + 20\%$  b. pyramid, c. cloister



$\cap C_2$  dei due cilindri è l'unione di due curve piane di eq.:  $z = f(x), y = \pm x$ . L'eq. generale di una delle due curve sviluppate nel piano  $z = 0$  (l'altra si ricava per simmetria) è:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$$

Quindi, per il nostro modello abbiamo una volta a padiglione, con generatrice una semicirconferenza di raggio 8, con  $C_1$  di eq.  $f(x) = \sqrt{64-x^2}$  e un tetto a falde, con  $C_1$  di eq.  $z = -|x| + 8$  e  $|x| \leq 8$ .

Nei due casi, l'eq. di una delle due curve intersezione, sviluppata su  $z = 0$  diventa, rispettivamente:

$$y = 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) \quad y = \frac{1}{\sqrt{2}}x$$

dove la seconda eq. si deduce da semplici considerazioni geometriche, mentre la prima è stata ottenuta esplicitando y rispetto ad x dalla formula:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + \left(\frac{-2t}{2\sqrt{64-t^2}}\right)^2} dt = 8 \sin^{-1}\left(\frac{y}{8}\right)$$

**Calcolo delle superfici tra proiezioni e sviluppi**

L'area di mezza faccia della piramide (da ora  $A^{mf.pir}$ ) e di mezzo fuso del padiglione (da ora  $A^{mf.pad}$ ), sono rispettivamente data da:

$$A^{mf.pir} = 32\sqrt{2} \quad A^{mf.pad} = \int_0^{4\pi} 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) dx = 64$$

mentre la loro proiezione ortogonale sul piano orizzontale (da ora  $A^{p.a.}$ ) vale  $32\text{cm}^2$ , cioè  $1/8$  del quadrato di base. Confrontando, notiamo che le aree delle superfici sviluppate sono maggiori del 100% nel caso del padiglione e del 40% in quello della piramide.

Osserviamo che in alcuni manuali pratici<sup>4</sup>, rispetto alla valutazione delle superfici, viene proposto o lo sviluppo delle superfici o un coefficiente moltiplicativo legato per lo più alla prassi consolidata; ad esempio, nel caso di padiglioni<sup>5</sup> viene suggerito di aumentare l' $A^{p.a.}$

eq.:  $z = f(y)$ , obtained by rotating  $90^\circ$  the first. The intersection  $C_1 \cap C_2$  of the two cylinders is the union of two planar curves of eq.:  $z = f(x), y = \pm x$ . The general eq. of one of the two curves developed in the plane  $z = 0$  (the other is obtained by symmetry) is:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$$

So, for our model we have a cloister vault, with diretrix curve a semicircle of radius 8, with  $C_1$  of eq.  $f(x) = \sqrt{64-x^2}$  and a pitched roof, with  $C_1$  of eq.  $z = -|x| + 8$  and  $|x| \leq 8$ . In both cases, the eq. of one of the two intersection curves, developed on  $z = 0$  becomes, respectively:

$$y = 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) \quad y = \frac{1}{\sqrt{2}}x$$

where the second eq. follows by simple geometrical considerations, while the first was obtained, writing y in terms of x, by the formula:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + \left(\frac{-2t}{2\sqrt{64-t^2}}\right)^2} dt = 8 \sin^{-1}\left(\frac{y}{8}\right)$$

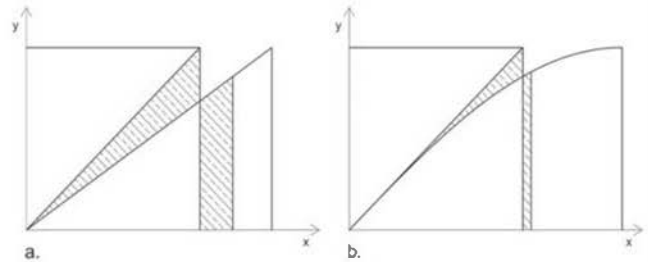
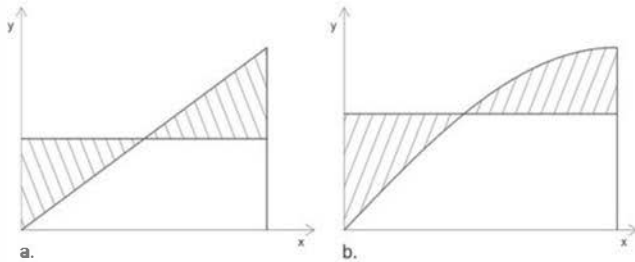
**Calculation of surfaces occurring in projections and developments**

The area of half pyramid face (from now  $A^{mf.pir}$ ) and of half cloister face (from now  $A^{mf.pad}$ ) are respectively given by:

$$A^{mf.pir} = 32\sqrt{2} \quad A^{mf.pad} = \int_0^{4\pi} 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) dx = 64$$

while their orthogonal projection on the horizontal plane (from now  $A^{p.a.}$ ) is equal to  $32\text{cm}^2$ , i.e.  $1/8$  of the base square. By comparison, we notice that the areas of the developed surfaces are larger: 100% more in the cloister case and 40% more in the pyramid case.

Note that some handbooks propose<sup>4</sup>, to evaluate surfaces, either the surface development or a multiplicative coefficient which is mostly linked to established practices; e.g. sometimes, in the cloister case<sup>5</sup>, they suggest to increase  $A^{p.a.}$  of the 20% which, as we saw, is far from



del 20%, indicazione, come visto, lontana dal caso reale. Fissando sempre  $2r$  il lato del quadrato di base, se volessimo una copertura con superficie  $A^{p.o.}+20\%$ , nel caso della piramide questa dovrebbe essere alta  $0.66r$ , nel caso del padiglione dovremmo partire da un arco di cerchio di raggio  $R = 3r/\sqrt{5}$ , con conseguente altezza del padiglione pari a  $0.44r$ .

Per visualizzare il calcolo delle superfici, possiamo, nei due casi di coperture considerati, determinare e rappresentare un rettangolo di base rispettivamente  $8\sqrt{2}$  e  $4\pi$  equivalente a mezzo fuso. Il Teorema della media integrale, afferma che: data una funzione  $g$  continua sull'intervallo  $[a, b]$ , esiste  $c$  in  $[a, b]$  tale che:

$$\int_a^b g(x)dx = (b-a)g(c)$$

Otteniamo che per l' $A^{mf.pir}$   $g(c) = 4$  e per l' $A^{mf.pad}$

$$\int_0^{4\pi} 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) dx = 64 = (4\pi - 0)8 \sin\left(\frac{x}{8}\right)$$

da cui si ricava  $8 \sin(x/8) = 16/\pi$ ; cioè l' $A^{mf.pad}$  è equivalente ad un rettangolo di base  $4\pi$  e altezza  $16/\pi$ .

Pochi calcoli analitici permettono di visualizzare sulla superficie sviluppata l'area equivalente alla rispettiva proiezione, enfatizzandone le differenze.

**Studio delle curve intersezione tra proiezioni e sviluppi**

Confrontiamo la lunghezza della curva intersezione con quella della sua proiezione. Sia nel caso della piramide che in quello del padiglione, la proiezione sul piano orizzontale coincide con metà della diagonale e vale  $8\sqrt{2}$ . Sviluppando la faccia della piramide è immediato vedere che la lunghezza di tale porzione di curva vale  $8\sqrt{3}$ , con un aumento, rispetto alla proiezione ortogonale, del 22% circa. Nel caso del padiglione, la lunghezza desiderata è data:

$$\int_0^{4\pi} \sqrt{1 + \left(\cos\left(\frac{x}{8}\right)\right)^2} dx \approx 15.3$$

the real case. Let, as always, the projection square side be  $2r$ ; in the pyramidal case with surface  $A^{p.o.}+ 20\%$ , the pyramid should be  $0.66r$  high, in the cloister case, the vault should be generated by an arc of a circle of radius  $R = 3r/\sqrt{5}$  and the resulting cloister height would be equal to  $0.44r$

To visualize surface evaluations, in the two considered cases of coverings we can determine and represent a rectangle of base side respectively  $8\sqrt{2}$  and  $4\pi$ , equivalent to half  $A^{mf.pad}$ . The mean value theorem states that if a function  $g$  is continuous on the interval  $[a, b]$ , there exists  $c$  in  $[a, b]$  such that::

$$\int_a^b g(x)dx = (b-a)g(c)$$

It follows that for  $A^{mf.pir}$   $g(c) = 4$  and for  $A^{mf.pad}$

$$\int_0^{4\pi} 8 \sin\left(\frac{x}{8}\right) dx = 64 = (4\pi - 0)8 \sin\left(\frac{x}{8}\right)$$

which yields  $8 \sin(x/8) = 16/\pi$  i.e.  $A^{mf.pad}$  is equivalent to a rectangle having base  $4\pi$  and height  $16/\pi$ .

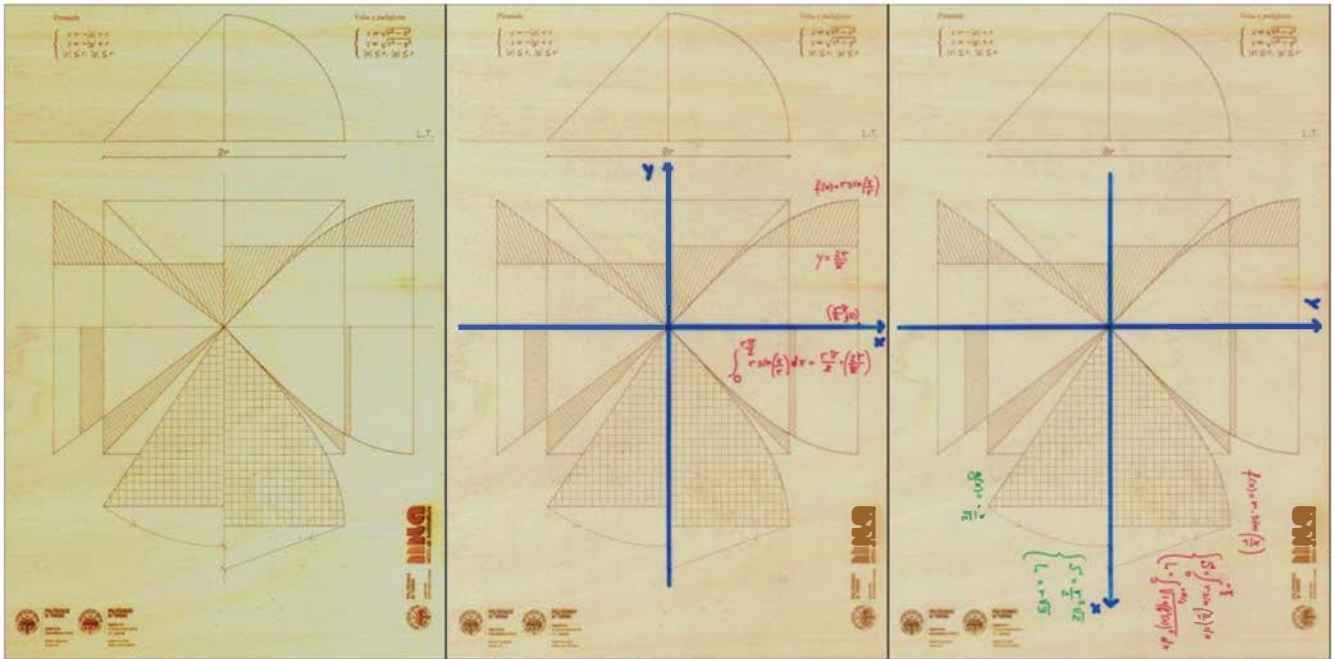
Few standard calculations allow to display on the developed surface the area equivalent to the respective projection, emphasizing the differences.

**Study of the intersection curves occurring in projections and developments**

We compare the length of the intersection curve with that of its projection. Both in the pyramid case and in the cloister case, the projection on the horizontal plane coincides with half of the diagonal and its length is  $8\sqrt{2}$ . Developing the face of the pyramid, it is straightforward to see that the portion of curve has length  $8\sqrt{3}$ , with an increase of about 22% with respect to its orthographic projection. In the cloister case, the required length is given by:

$$\int_0^{4\pi} \sqrt{1 + \left(\cos\left(\frac{x}{8}\right)\right)^2} dx \approx 15.3$$

7/ Supporto integrato: *TG* e acetati. Teorema della media applicato al padiglione e calcolo di aree e lunghezze  
 7/ Integrated support *TG* and acetate: the mean value theorem applied on cloister and study of areas and length



Questo integrale ellittico non si può esprimere in termini di funzioni elementari ma si può solo approssimare numericamente<sup>6</sup>, con un aumento, rispetto alla proiezione ortogonale, del 35%, circa. Notiamo che, volendo rettificare la curva con metodi grafici, otterremmo analogamente un valore approssimato.

#### La rappresentazione di sintesi

Quanto precedentemente descritto è sintetizzabile graficamente valutando criticamente quali informazioni rappresentare contemporaneamente sullo stesso supporto.

La scelta è stata di utilizzare un supporto ligneo in multistrato di pioppo, inciso con *cnc Laser cutter* per gestire spessori e tipo di linee utili alla comunicazione oggettiva dei contenuti.

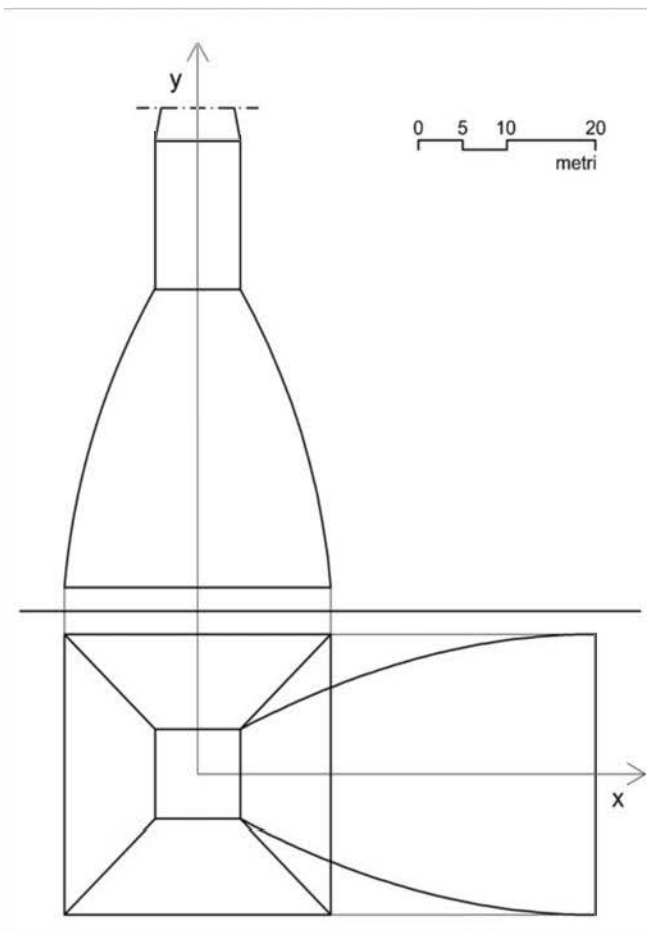
Ai fini della più agevole gestione didattica, le informazioni comuni alle possibili utenze sono state applicate direttamente sulla *TG*, nel rispetto della migliore accessibilità, mentre quelle declinate in funzione delle diverse competenze sono state ricollocate su fogli di acetate sovrapponibili *ad hoc*.

Nello specifico, nella *TG* progettata, possiamo leggere la proiezione della struttura e, rispetto all'asse di simmetria, a sinistra il tetto a falde e a destra lo svolgimento della struttura voltata. Rispetto al sistema di

This elliptic integral cannot be expressed in terms of elementary functions, but it can only be numerically approximated<sup>6</sup>, with an increase of about the 35%, with respect to its orthographic projection. We note that, if we rectify the curve with graphical methods, we obtain analogously an approximate value

#### The synthesis representation

We can graphically summarize what we described above, critically evaluating what information represent the same media simultaneously. We chose to use a wooden support in a 4 mm plywood, engraved with *CNC laser cutter* to handle thickness and type of lines useful for objectively communicate the content. For an easier teaching management, the information shared by the possible users have been displayed directly on the *TG*, with the aim of a better accessibility, while those depending on different skills have been placed on acetate sheets stackable *ad hoc*. Specifically, in the designed *TG*, we can read the projection of the structure and, with respect to the axis of symmetry, on the left the pitched roof and on the right the vaulted structure. With respect to the Cartesian coordinate system, we can compare projection and development and we can read correspondingly the difference between the two different solutions, with a crit-



assi cartesiani possiamo osservare il confronto tra proiezione e sviluppo e leggere in modo correlato la differenza tra le due diverse soluzioni valutando criticamente le opzioni. La *TG* offre dunque la possibilità di dimensionare, con semplici proporzioni, superfici e curve intersezione di strutture analoghe.

**Applicazione pratica: la Mole Antonelliana**

Applichiamo le osservazioni precedenti, al caso della Mole Antonelliana le cui geometrie costituenti hanno come curva direttrice, un arco della cirf.  $C: (y - y_c)^2 + (z - z_c)^2 = R^2, x = 0$ , di estremi  $A(0, y_A, z_A)$  e  $B(0, y_B, z_B)$ , traslato lungo l'asse  $x$  nel cilindro  $S$ . Sviluppando sul piano  $z = 0$  la curva  $\gamma$  sezione del cilindro con il piano  $x = y$  otteniamo la curva  $\gamma'$ , la cui eq. cartesiana è:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + (f'(t))^2} dt = \int_0^y \frac{R^2}{\sqrt{R^2 - (t - x_c)^2}} dt = R \sin^{-1} \left( \frac{y - x_c}{R} \right) - R \sin^{-1} \left( \frac{-x_c}{R} \right)$$

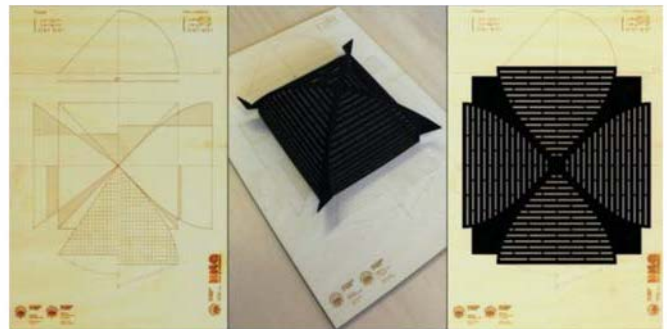
ical valuations of options. The *TG* therefore gives the possibility of dimensioning, with simple proportions, surfaces and intersection curves of similar structures.

**A practical implementation: the Mole Antonelliana**

AWe apply the preceding observations, to the case of the Mole Antonelliana whose constituting geometries have as diretrix curve an arc of the circumference  $C: (y - y_c)^2 + (z - z_c)^2 = R^2, x = 0$ , with end  $A(0, y_A, z_A)$  and  $B(0, y_B, z_B)$ , translated along the  $x$  axis in the cylinder  $S$ . Developing on the plane  $z = 0$  the curve  $\gamma$  (section on cylinder  $S$  with the plane  $x = y$ ) we obtain the curve  $\gamma'$ , with cartesian eq:

$$x = \int_0^y \sqrt{1 + (f'(t))^2} dt = \int_0^y \frac{R^2}{\sqrt{R^2 - (t - x_c)^2}} dt = R \sin^{-1} \left( \frac{y - x_c}{R} \right) - R \sin^{-1} \left( \frac{-x_c}{R} \right)$$





che viene individuata anche dall'eq.:

$$y = x_C + R \sin \left( \frac{x}{R} + \sin^{-1} \left( \frac{-x_C}{R} \right) \right)$$

Di tale curva consideriamo l'arco compreso tra i punti A'' e B'' corrispondenti rispettivamente a i valori  $y = x_A$  e  $y = x_B$ ; per calcolare  $A^{inf.poi}$  consideriamo tali valori come limiti dell'integrazione.

Operativamente, lavorando su disegni acquisiti e rielaborati in scala opportuna, i nostri dati di partenza sono:  $R = 7.69, C(0, -6.19, -0.67), A(0, 0.48, 3.21)$  e  $B(0, 1.5, 0)$ .

Con questi dati la curva  $\gamma'$  nel piano  $z = 0$  ha eq.:

$$y = 7.69 \sin \left( \frac{x}{7.69} + \sin^{-1} \left( \frac{6.19}{7.69} \right) \right)$$

#### Conclusioni: interazioni tra la TG e i modelli cartacei

L'opportunità di sovrapporre alla TG lo sviluppo delle forme rappresentate usufruendo di modelli origami, rigorosamente rispettosi della geometria costituente, offre la concreta possibilità di leggere la tridimensionalità dell'oggetto e confrontarla con le molteplici rappresentazioni bidimensionali.

La scelta di realizzare il modello cartaceo con un supporto materico in parte permeabile rende accessibile la visione filtrata di quanto rappresentato sulla TG. Un modello, quindi, pensato per la comunicazione e la traduzione di quei termini matematici applicati all'architettura e, in realtà, fondativi della forma stessa.

Il design della TG -sintesi rappresentativa e illustrativa, nel rispetto dei differenti codici della rappresentazione dell'architettura, del calcolo preciso di aree e lunghezze dello sviluppo di superfici cilindriche- è stato quindi occasione di confronto e integrazione dei rispettivi schemi logici attraverso un corretto e coerente uso del disegno. Questa, infatti, favorisce il confronto tra il calcolo intuitivo, quello grafico-deduttivo e quello analitico passando dalla capacità di astrazione e di sistematizzazione della realtà in funzione del riconoscimento del modello concettuale di riferimento.

Il 'sistema' TG/origami offre quindi una rappresentazione dinamica di semplice applicazione e facilmente condivisibile. La teoria alla sua base spazia dalla geometria analitica e/o differenziale, alla capacità di lettura critica di fonti grafiche e offre il terreno fertile ad una discussione interdisciplinare aprendo nuove frontiere di sviluppo.

Equal to the eq.:

$$y = x_C + R \sin \left( \frac{x}{R} + \sin^{-1} \left( \frac{-x_C}{R} \right) \right)$$

Of this curve we consider the arc between the points A'' and B'' corresponding respectively to the values  $y = x_A$  and  $y = x_B$ ; to calculate  $A^{inf.poi}$ , consider those values as the limits of integration.

Working on given drawing, after a post processing phase, we can use these starting data:

$R = 7.69, C(0, -6.19, -0.67), A(0, 0.48, 3.21)$  e  $B(0, 1.5, 0)$ .

In this case the curve  $\gamma'$  in the plane  $z = 0$  has eq.:

$$y = 7.69 \sin \left( \frac{x}{7.69} + \sin^{-1} \left( \frac{6.19}{7.69} \right) \right)$$

#### Conclusion: interactions between the TG and paper models

The possibility of superimposing the TG to the development of shapes represented using origami models, which strictly respect the underlying geometry, provides a real chance of reading the three-dimensionality of the object and of comparing it with the various twodimensional representations.

The choice to produce the paper model with a material support which is in part permeable makes accessible the filtered vision of what is shown on the TG. A model, therefore, designed for communication and translation of the mathematical terms which are applied to architecture and which are, in fact, foundational to the shape itself.

The design of the TG-representative and illustrative synthesis, in accordance with the different codes of architectural representation, of the rigorous calculation of areas and lengths of cylindrical surfaces development- was then opportunity for comparing and integrating the respective logical schemes through a proper and consistent use of drawing. This, in fact, helps a comparison between intuitive, graphic-deductive and analytical calculation through the capacity for abstraction and systematization of reality as a function of recognition of the conceptual model of reference. The 'system' TG/origami then offers a dynamic representation simply to use and easy to share. The theory at its base ranges from the analytical and/or differential geometry to the capacity for a critical reading of graphic sources and provides fertile ground for an interdisciplinary discussion by opening new frontiers of development.



## Note

\* Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, [martino.pavignano@polito.it](mailto:martino.pavignano@polito.it), [ursula.zich@polito.it](mailto:ursula.zich@polito.it)

\*\* Dipartimento di Scienze Matematiche "Giuseppe Luigi Lagrange", Politecnico di Torino, [caterina.cumino@polito.it](mailto:caterina.cumino@polito.it), [maria.sprcafico@polito.it](mailto:maria.sprcafico@polito.it)

<sup>1</sup> In accordo con il Centro Studi Venaria Reale, abbiamo realizzato un progetto educativo per le scuole: <http://www.lavenaria.it/web/it/educazione/scuole/progetti-insieme.html>

Cumino Caterina, Spreafico Maria Luisa e Zich Ursula, 2017. "The King and the origami", educational tours at the royal residence of Venaria Reale (Italy) to observe, analyze and model architecture through mathematics. In *Proceeding of the 16<sup>th</sup> Conference on Applied Mathematical Aplimat*, Bratislava, Jan 31-Feb 2, 2017. Bratislava: STU, 2017, pp. 428-439.

<sup>2</sup> Ad es. il modello per non vedenti del castello del Valemino in scala 1:100. Benente Michela, Azzolino Maria, Lacirignola Angela (eds.) 2015. *Accessibilità e fruibilità nei luoghi di interesse culturale*. Ariccia: Ermes, 2015.

<sup>3</sup> Talotti Giambattista. 1872. *Sulla quadratura della superficie delle volte. Manuale Pratico*. Bologna: Zanichelli, pp. 22-24. 2a ed.

<sup>4</sup> Si veda ad esempio il capitolo sulla voltimetria del Testo di Cariatì Giovanni, 1890. *Manuale dell'ingegnere civile e dell'architetto*. Torino: Casanova, p. 8. E si confronti con Copperi, Giuseppe, Musso Giuseppe. 1885. *Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati. Parte prima: opere muratorie*. Torino: Paravia, pp. 108-109 and Tav. XXI.

<sup>5</sup> Cfr. Alasia Umberto, Pugno Maurizio. 2012. *Corso di Progettazione Costruzioni Impianti*. Vol. 6. Torino: SEI, p. 12.4. ISBN 9788805222940; CNA Artigianato Pratese, *Criteri di misurazione per le opere da imbianchino e verniciatore*, 2002.

<sup>6</sup> Il risultato numerico si può ottenere con *GeoGebra* o *Wolfram*.

## Note

\* Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, [martino.pavignano@polito.it](mailto:martino.pavignano@polito.it), [ursula.zich@polito.it](mailto:ursula.zich@polito.it)

\*\* Dipartimento di Scienze Matematiche "Giuseppe Luigi Lagrange". Politecnico di Torino, [caterina.cumino@polito.it](mailto:caterina.cumino@polito.it), [maria.sprcafico@polito.it](mailto:maria.sprcafico@polito.it)

<sup>1</sup> We designed an educational project for schools by the partnership agreement between Politecnico di Torino and Centro Studi Venaria Reale: <http://www.lavenaria.it/web/it/educazione/scuole/progetti-insieme.html>

Cumino Caterina, Spreafico Maria Luisa e Zich Ursula, 2017. "The King and the origami", educational tours at the royal residence of Venaria Reale (Italy) to observe, analyze and model architecture through mathematics. In *Proceeding of the 16<sup>th</sup> Conference on Applied Mathematical Aplimat*, Bratislava, Jan 31-Feb 2, 2017. Bratislava: STU, 2017, pp. 428-439.

<sup>2</sup> Refer also to a model for visually impaired people scale 1:100 of Valentino castle. Benente Michela, Azzolino Maria, Lacirignola Angela (eds.) 2015. *Accessibilità e fruibilità nei luoghi di interesse culturale*. Ariccia: Ermes, 2015.

<sup>3</sup> Talotti Giambattista. 1872. *Sulla quadratura della superficie delle volte. Manuale Pratico*. Bologna: Zanichelli, pp. 22-24. 2a ed.

<sup>4</sup> See e.g. the chapter about measure of vaulted surfaces in the handbook by Cariatì, 1890. *Manuale dell'ingegnere civile e dell'architetto*. Torino: Casanova, p. 8. and compare with Copperi, Giuseppe, Musso Giuseppe. 1885. *Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati. Parte prima: opere muratorie*. Torino: Paravia, pp. 108-109 and Tav. XXI.

<sup>5</sup> Cfr. Alasia Umberto, Pugno Maurizio. 2012. *Corso di Progettazione Costruzioni Impianti*. Vol. 6. Torino: SEI, p. 12.4. ISBN 9788805222940; CNA Artigianato Pratese, *Criteri di misurazione per le opere da imbianchino e verniciatore*, 2002.

<sup>6</sup> The numerical result can be achieved with *GeoGebra* or *Wolfram*.

## Bibliografia / Bibliography

Ackerman James Sloss, 2003. *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*. Milano: Electa, 2003. ISBN: 9788837020583

Arnheim Rudolph 1981. *La dinamica della forma architettonica*. Milano: Feltrinelli, 1981

Finoli Anna Maria e Grassi Liliana (eds.), 1972. *Antonio Averlino detto il Filarete. Trattato di architettura*. Milano: Il Polifilo, 1972. ISBN: 8870501027

Benedetti Sandro. 2009. *Antonio da Sangallo il Giovane. Il grande modello per il San Pietro in Vaticano*. Roma: Gangemi. ISBN: 9788849217735

Coppo Secondino e Spallone Roberta. 2008. *Il linguaggio del disegno di progetto per ingegneri e architetti civili nella scuola politecnica torinese fra Otto e Novecento*. In

Strollo R. M. (ed.), *Rappresentazione e formazione tra ricerca e didattica*. Roma: Aracne, 2008, pp. 163-182. ISBN: 9788854816336

Docci Mario, 2007. La Basilica vaticana non costruita. L'opera di Antonio da Sangallo. *Disegnare, idee immagini*, 34, 2007, pp. 24-35. ISBN: 9788849213249

Giugiario Giorgetto 1999. Prefazione. In Perniciaro Francesco e Favilli Alessandra. *Pack and shock. Le straordinarie prestazioni del packaging in cartoncino*. Milano: Lupetti, 1999. ISBN: 9788887058956

Scalzo Marcello. 2010. Rinascimento tra disegno e modello: Baccio d'Agnolo e l'esempio per la chiesa di San Giuseppe. In Mandelli Emma e Velo Uliva (eds.), *Il modello in architettura. Cultura scientifica e rappresentazione*. Firenze: Alinea, 2010, pp. 51-60. ISBN: 9788860555717