



unione italiana disegno

TRANSIZIONI TRANSITIONS

Attraversare Modulare Procedere
Cross Modulate Develop

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

a cura di/edited by

Mirco Cannella
Alessia Garozzo
Sara Morena

FrancoAngeli OPEN ACCESS

diségno

direttore Francesca Fatta
director Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una call aperta a tutti e con un forte taglio internazionale. I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in open access e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a double blind peer review secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.

The Series contains the proceedings volumes of the annual conferences of the UID Scientific Society - Unione Italiana per il Disegno and the results of international meetings, researches and symposia organized as part of the activities promoted or sponsored by the UID. The themes concern the Scientific Disciplinary Sector ICAR / 17 Disegno including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish,) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

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

Comitato Scientifico / Scientific Committee

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

Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

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

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (<http://bit.ly/francoangeli-oa>). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

This volume is published in open access, i.e. the entire work file can be freely downloaded from the FrancoAngeli Open Access platform (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access is the platform for publishing articles and monographs, respecting ethical and qualitative standards and the provision of open access content. In addition to guarantee its storage in the major international OA archives and repositories and its integration with the entire catalog of F.A. magazines and series maximizes its visibility and promotes accessibility of search for the user and the possibility of impact for the author.

To know more:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Readers wishing to find out about the books and magazines we publish can consult our website: www.francoangeli.it and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

TRANSIZIONI TRANSITIONS

Attraversare Modulare Procedere Cross Modulate Develop

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

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

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

ORGANIZZAZIONE E GESTIONE ATTI CONVEGNO ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONFERENCE PROCEEDINGS

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

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

Istruzione e gestione della piattaforma
Platform Preparation and Management
Mirco Cannella

Revisione contenuti / Content Review
Alessia Garozzo, Sara Morena

Revisione e redazione impaginati
Layouts Review and Editing
Vincenza Garofalo

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

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



**Università
degli Studi
di Palermo**



**DIPARTIMENTO
DI ARCHITETTURA
UNIPA**

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

44th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

Comitato Scientifico / Scientific Committee

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

Comitato strutture straniere / Foreign institutions components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid*
Atxu Amann y Alcocer *Universidad de Madrid*
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture*
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid*
João Cabeleira *Universidade do Minho*
Alexandra Castro *Universidade do Porto*
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia*
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*
Juan Francisco Garcia Nofuentes *Universidad de Granada*
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*
Roser Martínez-Ramos e Iruela *Universidad de Granada*
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña*
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal*

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

The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

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

Comitato Promotore / Promoting Committee

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

Organizzazione e gestione eventi/Events organization and management

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

Organizzazione mostra / Exhibition organisation

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

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

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

Coordinamento Segreteria Convegno / Conference secretariat coordination

Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

Revisori / Peer Reviewers

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

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

ISBN digital version 9788835155119

Copyright © 2023 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

12

Francesca Fatta

Prefazione | Preface

18

Francesco Maggio

Note sulla transizione | Notes on Transition

34

Riccardo Migliari Keynote Speaker

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

ATTRAVERSARE CROSS

60

Mirco Cannella, Vincenza Garofalo, Alessia Garozzo

Attraversare

Cross

70

Adriana Arena

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

90

Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti

The Historical Transition of Human Body in Architecture

97

Francesco Bergamo

Drawing beyond Language and Images: Steps to Olfactory Representations

106

Alessio Bortot

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

122

Giorgio Buratti

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

139

Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Javier Bravo

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

157

Laura Carlevaris

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

177

Camilla Casonato

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

186

Camilla Casonato

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

193

Santi Centineo

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

209

Stefano Chiarenza

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

227

Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa

**Origen de la cartografía científica de los puertos de la Sierra de Guadarrama
entre los Sitios Reales**

**The Origin of the Scientific Cartography of the Guadarrama Mountain Passes
between the Royal Sites**

247

Emanuela Chiavoni, Gaia Lisa Tacchi

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

269

Francesco Cotana

**Il disegno della transizione. Proposta di una tassonomia della rappresentazione
del movimento dell'architettura**

**Drawing of the Transition. Proposal for a Taxonomy of Representation of
Architecture in Motion**

283

Salvatore Damiano

**Transizioni virtuali: studio su un edificio non realizzato di Alberto Legnani a Ca-
stelfranco Emilia**

**Virtual Transitions: a Study on an Unbuilt Architecture by Alberto Legnani
in Castelfranco Emilia**

309

Raffaella De Marco

**La rappresentazione info-grafica a supporto dei 'programmi di sviluppo' sul terri-
torio per le agenzie umanitarie**

**Info-graphic Representation to Support 'Development Programmes' on the Ter-
ritory for Humanitarian Agencies**

329

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

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

349

Massimo De Paoli, Luca Ercolin

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

375

Edoardo Dotto

Euristica dell'errore. La 'Stonehenge ricostruita' di Inigo Jones

Error Heuristics. Inigo Jones' 'Rebuilt Stonehenge'

395

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

Del óleo al Gouache. Los dibujos de Sorolla en Nueva York

From Oil Painting through Gouache. The Drawings of Sorolla in New York

413

Erika Elefante

**I sistemi impiantistici nel progetto. Un excursus storico dal disegno concettuale
al modello digitale**

**Plant Systems in Design. A Historical Excursus from Conceptual Drawing to Di-
gital Model**

427

Laura Farroni, Sara Berni

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

447

Giuseppe Felici, Antonio Schiavo

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

467

Emanuele Garbin

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

485

Fabrizio Gay

Transizioni al disegno artificiale
Transitions to Artificial Drawing

505

Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei, Davide Mezzino, Vittoria Castiglione

Beyond Letarouilly

516

Pedro Antonio Janeiro, Fabiana Guerriero

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

532

Pamela Maiezza, Alessandra Tata

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

538

Sofia Menconero, Matteo Flavio Mancini

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

558

Alessandra Pagliano

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

576

Martino Pavignano

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

598

Federico Rebecchini

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

614

Salvatore Santuccio

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

630

Marcello Scalzo

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

646

Pasquale Tunzi

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

662

Michele Valentino, Simone Sanna

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

678

Pedro Gabriel Vindrola

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

MODULARE MODULATE

695

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

Modulare
Modulate

707

Luis Agustín Hernández, Carla Ferreyra, Barbara Messina

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

727

Giuseppe Amoroso, Andrea Manti

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

745

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi

Systematizing Virtual Reconstruction of Lost or Never Built Architectures

753

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Medati

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

777

Greta Attademo

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

793

Leonardo Baglioni, Lucrezia Di Marzio

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

810

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

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

836

Antonio Bixia, Antonello Pagliuca, Giuseppe D'Angiulli

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

854

Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto

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

876

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

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

894

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

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

913

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo, Tiziana Iazeolla

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

937

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

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

965

Martina Castaldi

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

979

Vittoria Castiglione, Maria Belén Trivi

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

997

Irene Cazzaro

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

1008

Margherita Cicala

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

1030

Enrico Cicabò

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

1050

Federico Cioli, Serena Liviani

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

1067

Vincenzo Cirillo

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

1089

Fabio Colonnese, Luca Guerini

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

1111

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

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

1129

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

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

1153

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

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

1175

Angelo De Cicco, Luigi Corniello

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

1197

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

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

1211

Giuseppe Di Gregorio

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

1231

Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

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

1249

Maria Linda Falcidieno, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti

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

1267

Laura Farroni, Marta Faienza

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

1281

Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi, Flavia Camagni

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

1301

Fausta Fiorillo, Corinna Rossi

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

1310

Hangjun Fu

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

1330

Mara Gallo, Simona Scandurra

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

1352

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

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

1370

Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola

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

1388

Fernanda Gerbis Felli Lacerda

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

1400

Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro

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

1420

Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Angelo Lorusso

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

1438

Maria Pompeiana Iarossi, Daniela Oreni, Fabrizio Banfi

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

1457

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

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

1479

Sereno Marco Innocenti

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

1497

Federica Itri

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

1517

Ali Yaser Jafari, Marianna Calla

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

1528

Rossella Laera, Marilena Renne, Paola Parisi

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

1546

Silvia La Placa, Francesca Galasso

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

1572

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

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

1590

Gennaro Pio Lento

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

1612

Gabriella Liva

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

1634

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

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

1650

Arianna Lo Pilato

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

1664

Adriana Marra

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

1673

Maria Clara Amado Martins

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

1687

Silvia Masserano

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

1709

Valeria Menchetelli, Cosimo Monteleone

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

1729

Riccardo Miele

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

1745

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Architecture Analysis by the Comparative Method

1752

Fabrizio Natta

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

1766

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

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

1784

Caterina Palestini, Lorenzo Pellegrini

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

1806

Sandro Parrinello

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

1824

Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele

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

1832

Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, Giulia Porcheddu

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

1858

Marta Pileri

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

1874

Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella

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

1896

Manuela Piscitelli

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

1918

Lorella Pizzonia

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

1938

Marta Quintilla-Castán, Luis Agustín-Hernández

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

1954

Giovanni Rasetti

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

1970

Veronica Riavis

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

1986

Francesca Ronca, Enrico Pupi

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

2002

Luca Rossato

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

2009

Marta Salvatore

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

2025

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

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

2045

Nicoletta Sorrentino

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

2063

Roberta Spallone, Marco Vitali, Valerio Palma, Laura Ribotta

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

2085

Francesco Stilo

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

2107

Ilaria Trizio, Francesca Savini

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

2129

Starlight Vattano

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

2151

Marco Vedò

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

2162

Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska

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

2180

Ursula Zich

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

PROCEDERE DEVELOP

2198

Francesco Di Paola, Laura Inzerillo, Sara Morena

Procedere
Develop

2208

Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballester, Aurelio Vallespin Muniesa

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

2223

Alessio Altadonna

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

2244

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

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

2260

Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino

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

2280

Martina Attenni, Maria Laura Rossi

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

2304

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

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

2320

Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi

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

2342

Roberto Barni, Carlo Bianchini, Marika Griffò, Carlo Inglese

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

2358

Cesare Battelli, Alessandra Grafici, Ornella Zerlenga

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

2380

Carlo Battini

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

2394

Paolo Belardi

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

2414

Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari

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

2431

Noemi Bitterman, Giovanna Ramaccini, Angelica Ravanelli

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

2445

Cecilia Bolognesi, Domenico D'Uva

Multiscalar Digital Twin. Step Representation towards Urban Multiverse

2454

Emanuela Borsci, Angela Guida

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

2472

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

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

2490

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza

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

2499

Marianna Calia, Alessandra Matera, Mariapia Pace

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

2521

Michele Calvano, Luciano Cessari, Elena Gligliarelli

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

2531

Cristina Cándito, Ilenia Celoria, Alessandro Meloni

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

2555

Mara Capone, Angela Cicala, Lorenzo Esposito, Giovanni Nocerino

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

2577

Massimiliano Ciammaichella

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

2595

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

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

2613

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

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

2623

Francesca Condorelli, Alessandro Luigini, Giuseppe Nicastro, Barbara Tramelli

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

2641

Antonio Conte, Rossella Laera, Carmela D'Andrea

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

2659

Virginia De Jorge Huertas

Construyendo transiciones pedagógicas híbridas
Building Hybrid Pedagogical Transitions

2673

Irene De Natale

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

2685

Andrea di Filippo

Transition to Parametric Modelling in Heritage Documentation

2692

Francesca Fatta, Sonia Mollica

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

2710

Marco Filippucci, Fabio Bianconi

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

2728

Wilson Florio, Ana Tagliari

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

2737

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

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

2755

Elisabetta Caterina Giovannini

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

2767

Sara Gonizzi Barsanti, Umberto Palmieri, Adriana Rossi

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

2789

Beatriz S. González-Jiménez, Marco Enia

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

2797

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

El encanto de lo nuevo
The Charm of the New

2817

Manuela Incerti, Cristian Boscaro, Stefano Costantini

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

2835

Elena Ippoliti, Vincenzo Maselli, Chiara Fiaschi

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

2853

Elena Ippoliti, Noemi Tomasella

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

2873

Emanuela Lanzara

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

2894

Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Laura Floriano

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

2914

Massimiliano Lo Turco, Andrea Tomalini, Jacopo Bono

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

2931

Carlos L. Marcos

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

2939

Marco Medici, Federica Maietti

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

2947

Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa

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

2969

Alice Palmieri

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

2987

Roberto Pedone, Alessandra Dichio, Claudia Cittadini

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

3007

Fabio Planu, Dario Rizzi, Gabriele Fredduzzi

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

3023

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

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

3045

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

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

3065

Leopoldo Repola

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

3083

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

3091

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

3109

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

3118

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

3134

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

3156

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

3176

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

3189

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

3207

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

3216

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

3226

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

3244

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

3260

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

3278

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



I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale

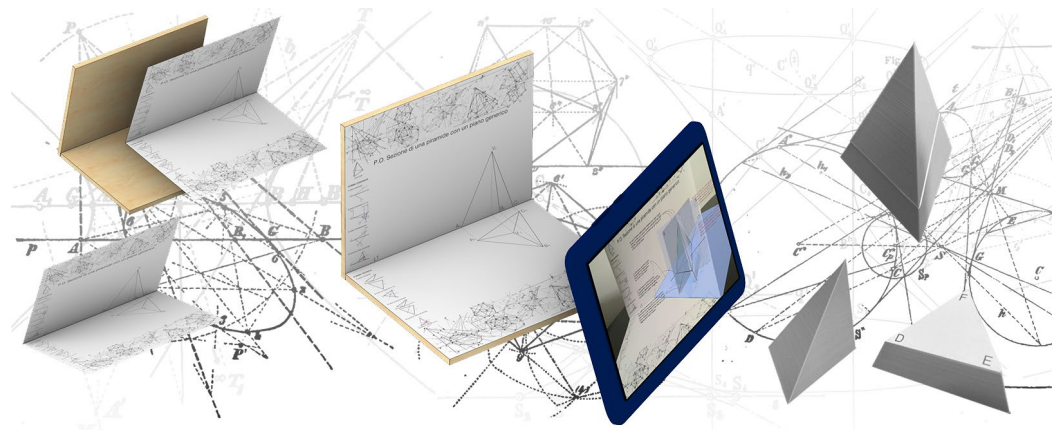
Giovanna Spadafora
Michela Ceracchi
Antonio Camassa

Abstract

La ricerca in corso nasce da alcune riflessioni sull'impatto dell'uso delle tecnologie digitali nell'ambito dell'insegnamento della Geometria Descrittiva e su quale sia, in questo ambito, il giusto bilanciamento tra strumenti digitali e tradizionali. Il convincimento che occorra consolidare, anche attraverso questa disciplina, il rapporto mente-mano e l'attitudine al ragionamento sequenziale, ha portato, nel corso degli anni a integrare nell'esperienza didattica l'uso di modelli fisici e di modelli digitali navigabili. Per superare i limiti oggettivi e percettivi di questi modelli, il gruppo di ricerca ha di recente introdotto nell'insegnamento della disciplina anche l'uso della Realtà Aumentata, mettendo a disposizione degli studenti specifiche applicazioni per l'apprendimento dei problemi di natura spaziale. Le applicazioni di realtà aumentata descritte in questa sede, si inseriscono nella metodologia di insegnamento adottata, configurandosi come un ulteriore tassello all'interno del progetto didattico e si prefiggono l'obiettivo di innescare un maggior coinvolgimento degli studenti nella comprensione dei problemi posti, pur continuando a lavorare perché sviluppino la capacità di astrazione, ovvero la capacità di risolvere alcune operazioni direttamente sul foglio da disegno.

Parole chiave

didattica, geometria descrittiva, intelligenza grafica, spazio proiettivo, realtà aumentata



Esemplificazione delle applicazioni in AR proposte: l'esplorazione dello spazio proiettivo a partire da target bidimensionali e tridimensionali.

Una riflessione sull'insegnamento della Geometria descrittiva

“Vedo con occhio che sente, sento con mano che vede”
Johann Wolfgang von Goethe

Il dibattito che ruota intorno all'insegnamento della Geometria descrittiva [1], alla necessità che questo si rinnovi adottando, grazie alla possibilità di lavorare all'interno dello spazio digitale, nuove modalità di trasmissione e acquisizione delle conoscenze, è il terreno fertile nel quale ogni ricercatore, in questo ambito, è stimolato a riflettere e a ragionare quotidianamente. È evidente, tuttavia, che ciascuna esperienza didattica debba essere contestualizzata: il numero di studenti, la loro formazione pregressa, il numero di ore a disposizione e il quadro curricolare [2] contribuiscono senz'altro a orientare le linee da adottare nell'insegnamento. Ma è soprattutto il quotidiano confronto con gli studenti che, anno dopo anno, intraprendono gli studi di architettura e la rapidità con cui le applicazioni relative alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione si evolvono a porre, di continuo, pressanti interrogativi su quali siano le modalità di insegnamento che possano corrispondere ai nuovi modi di apprendere delle giovani generazioni. Accanto a questo, le riflessioni relative all'impatto delle tecnologie digitali su tutti gli aspetti della nostra vita, maturate anche in altri settori della cultura, ci spingono a lavorare sul bilanciamento tra strumenti digitali e tradizionali nella formazione.

Rimane, infatti, il convincimento che occorra consolidare, anche attraverso questa disciplina, il rapporto mente-mano (fig. 1) e l'attitudine al ragionamento sequenziale che proprio il lavoro con le mani favorisce [3]. Nel corso degli anni, grazie anche al conforto di alcune esperienze didattiche condotte in passato [Migliari 2001], si è deciso di integrare le modalità di insegnamento e di apprendimento della Geometria descrittiva con l'uso di modelli fisici (fig. 2).

Successivamente, nella didattica frontale è stato introdotto l'uso di modelli virtuali navigabili (fig. 3), in formato pdf 3D, per facilitare ulteriormente gli studenti nella comprensione della corrispondenza tra le operazioni proiettive condotte sul piano e quelle costruite direttamente nello spazio digitale.

Ma non tutti i problemi geometrici possono essere agevolmente spiegati e illustrati attraverso un modello fisico e il modello digitale navigabile, anche se ha il vantaggio di poter essere arricchito dalla costruzione delle operazioni che avvengono nello spazio, può essere osservato soltanto attraverso lo schermo. Per questo motivo il gruppo di ricerca ha avviato,

Fig. 1. Studenti al lavoro per la realizzazione del plastico dell'icosaedro. Esercitazione svolta in collaborazione con Paola Magrone, docente di Istituzioni di Matematica I. A destra alcuni plastici realizzati dagli studenti, inerenti al ribaltamento di figure appartenenti a piani verticali. Fotografie degli autori.

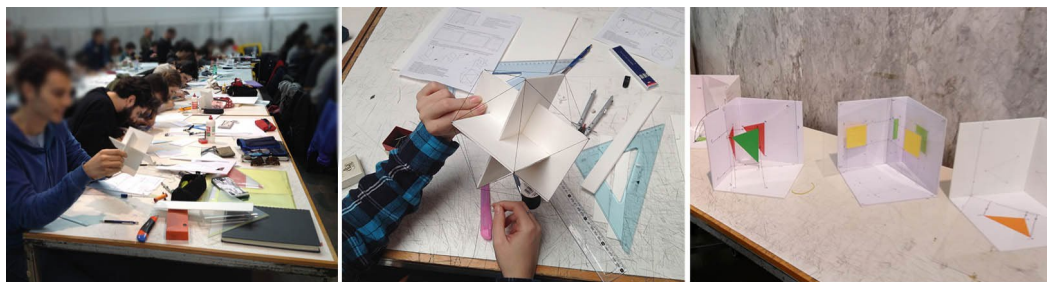


Fig. 2. L'armadio dei modelli per la didattica. A destra, il plastico realizzato per spiegare la genesi spaziale dell'assonometria ortogonale. Studentesse al lavoro. Modelli degli autori.

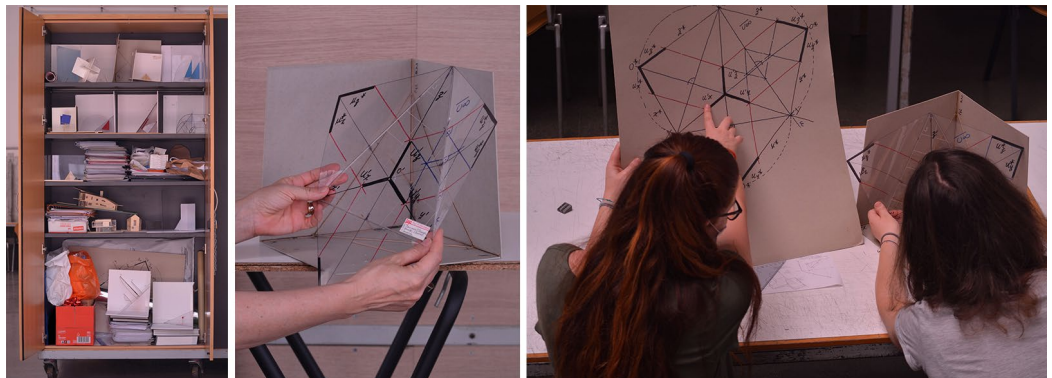




Fig. 3. Le lezioni frontali svolte attraverso il disegno alla lavagna e la contestuale esplorazione dei modelli digitali navigabili.

all'interno del corso di *Fondamenti e applicazioni di Geometria Descrittiva*, una sperimentazione didattica che introduce l'uso della Realtà Aumentata (AR) per visualizzare, nelle tre dimensioni, alcuni specifici problemi. Tuttavia, tali sperimentazioni non sostituiscono bensì integrano le altre modalità utilizzate in questi anni, inerenti all'obiettivo di favorire, negli studenti, lo sviluppo della capacità di astrazione, ovvero la capacità di visualizzare mentalmente le operazioni proiettive da cui derivano le immagini sul piano, configurandosi, pertanto, come un ulteriore tassello all'interno del progetto didattico.

I modelli per la comprensione dello spazio proiettivo

Nel caso del modello fisico, la possibilità di interagire con la sua matericità attiva le intuizioni spaziali [Tallis 2003; Bertolaso, Di Stefano 2017; Sennet 2008, pp. 44-51]. Tuttavia, la fisicità dei modelli rende talvolta molto complessa la rappresentazione di particolari problemi geometrici. Sebbene, infatti, i plastici costruiti ai fini didattici possano essere componibili in modo che la spiegazione o lo studio siano contestualmente supportati dalla interazione con il modello, ci sono casi in cui è difficile replicare, tramite i movimenti degli elementi geometrici nello spazio, l'esatta sequenza delle operazioni grafiche che è necessario svolgere sul foglio. Inoltre, non sempre è possibile rappresentare tutti gli elementi che compongono il problema, come accade, ad esempio, nel caso dei modelli costruiti per spiegare il ribaltamento di un piano generico sul primo piano di proiezione: infatti, nel modello del ribaltamento di un punto (fig. 4) è possibile materializzare e svolgere tutte le operazioni nello spazio, mentre nel ribaltamento della sezione piana di una piramide (fig. 5) la complessità del modello non consente di rappresentare fisicamente tutte le operazioni necessarie per svolgere graficamente il problema. In generale, è comunque evidente che la possibilità di muovere fisicamente anche solo alcuni elementi geometrici aiuti a far comprendere con efficacia ciò che avviene nello spazio.

Va sottolineato che i modelli fisici realizzati per spiegare il processo di costruzione dell'immagine prospettica sul piano di quadro costituiscono un caso particolare tra gli altri. Infatti, oltre a rappresentare gli elementi geometrici e le operazioni che si svolgono nello

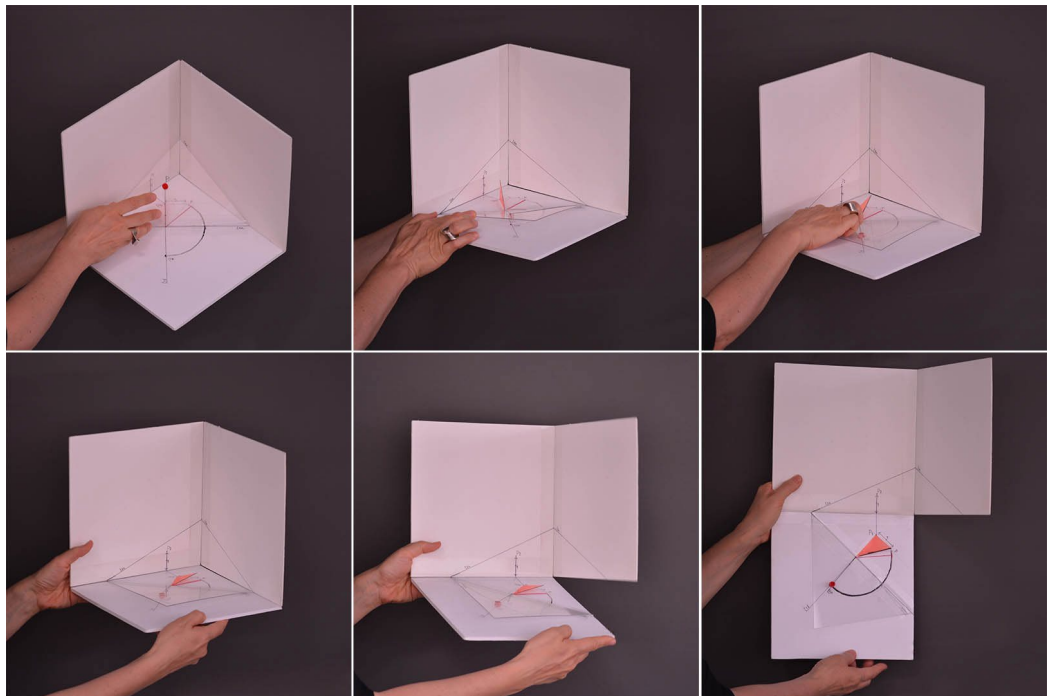


Fig. 4. Il plastico del ribaltamento di un punto appartenente a un piano generico che descrive le operazioni per risolvere il problema, pur se non nella stessa sequenza con cui avvengono sul foglio da disegno. Modello realizzato dagli studenti del corso.

spazio, consentono di sperimentare fisicamente la posizione dell'osservatore e di comprendere come in veduta vincolata l'oggetto scompaia nell'immagine prospettica. Inoltre, tali tipi di modelli, nel replicare il funzionamento di alcune macchine prospettiche (fig. 6), dimostrano il ruolo del modello fisico nel processo di codifica della prospettiva lineare.

Per cercare di superare i limiti oggettivi del modello fisico è possibile realizzare un modello digitale navigabile che, come detto, consente di raffigurare tutti gli enti geometrici e i procedimenti proiettivi, ma che trova il suo limite nella distanza tra lo spazio reale dell'osservatore e lo spazio virtuale in cui il modello può essere esplorato.

Per colmare questa distanza può essere utilizzata la rappresentazione in AR la quale consente di percepire il modello digitale come un oggetto da esplorare nella sua tridimensionalità e non come un'immagine sullo schermo (fig. 7). Inoltre, tale tipo di rappresentazione asseconda la naturale propensione delle attuali generazioni di studenti all'utilizzo e alla comprensione del linguaggio digitale.

Le applicazioni in AR trovano ormai posto in ogni campo di attività. Studi recenti [Russo 2021] sottolineano come l'uso dell'AR nel campo dell'architettura possa aprire a nuove prospettive di ricerca in vari campi di interesse. Dall'analisi della produzione scientifica degli ultimi dieci anni emerge che l'AR è maggiormente utilizzata a scopi divulgativi e per l'ibridazione del patrimonio materiale con quello immateriale [Boboc 2021]. Nonostante tali risultati mostrino che le applicazioni nel settore *educational* siano numericamente inferiori, va rilevato un crescente interesse, da parte di numerosi gruppi di ricerca, verso

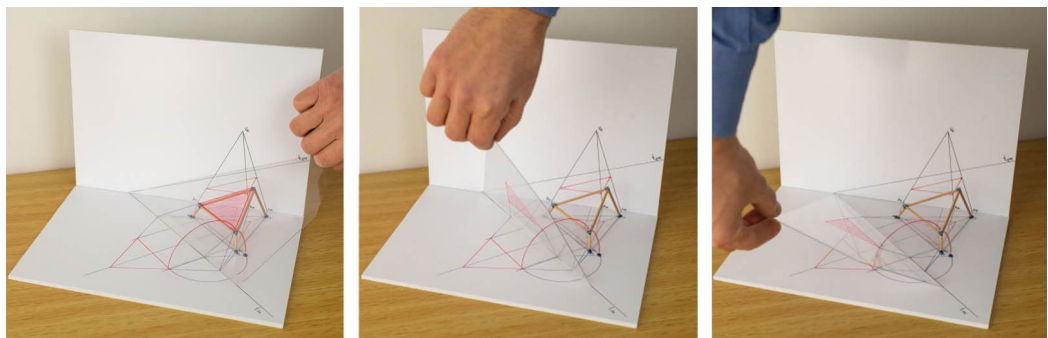


Fig. 5. Ribaltamento della sezione di una piramide con un piano generico. Il tronco di piramide è stato modellato tramite i suoi spigoli per evitare che le facce potessero impedire la vista degli elementi geometrici essenziali. Modello degli autori.

Fig. 6. Il plastico della prospettiva a quadro verticale. Traguardando dal punto di vista, materializzato nella sagoma dell'osservatore, gli studenti possono verificare come l'immagine sul piano di quadro sia il risultato della intersezione della piramide visiva. Modelli degli autori.

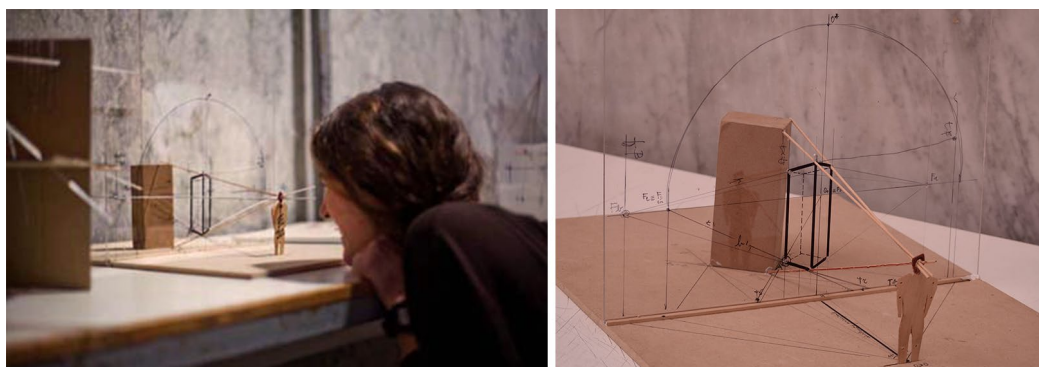
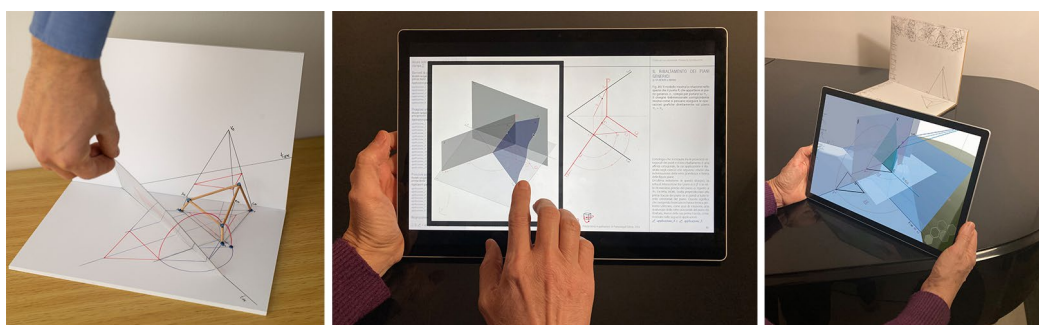


Fig. 7. Il modello fisico, il modello digitale navigabile e il modello in Realtà Aumentata, relativi al ribaltamento di un piano generico. Modello degli autori.



le applicazioni in AR per l'insegnamento sia in ambito architettonico sia nel campo della rappresentazione grafica e della geometria solida [Luigini, Panciroli 2018; Spallone 2021; Ceracchi 2022].

Aumentare la realtà per 'vedere' lo spazio proiettivo

La Geometria descrittiva, pur risolvendosi all'interno del piano della rappresentazione, nasce e vive nello spazio, dove gli elementi proiettivi sono in grado di trasformare l'oggetto nelle sue infinite rappresentazioni. Orseolo Fasolo riteneva che per educare lo studente in questa disciplina occorra esporre, giustificare e capire spazialmente qualsiasi operazione, facendo prevalere la consapevolezza del problema spaziale sulla pura descrizione dei segni piani [Fasolo 1984, p. 29]. L'uso dell'AR che si propone in questa sede mira proprio a 'esporre' quello che avviene nello spazio proiettivo, al fine di stimolare l'autonomia dello studente nella traduzione del problema spaziale in segni grafici (fig. 8).

L'AR può associare il contenuto digitale a un *target* coincidente con una rappresentazione, bidimensionale o tridimensionale, dell'oggetto – attraverso la tecnologia 'marked-based tracking' – e, quando restituisce anche la corretta posizione reciproca tra gli elementi, consente di replicare quello che avviene nello spazio proiettivo – dove il rapporto tra oggetto e rappresentazione è fortemente strutturato [Ugo 2004, p. 23] – e di 'vedere' [4] lo spazio proiettivo sovrapposto allo spazio affine. Nel modello fisico, le relazioni e gli

Fig. 8. L'applicazione in AR e il disegno a mano che ripercorre le fasi del procedimento grafico per la costruzione della sezione di una piramide. Modelli e applicazione in AR a cura degli autori.

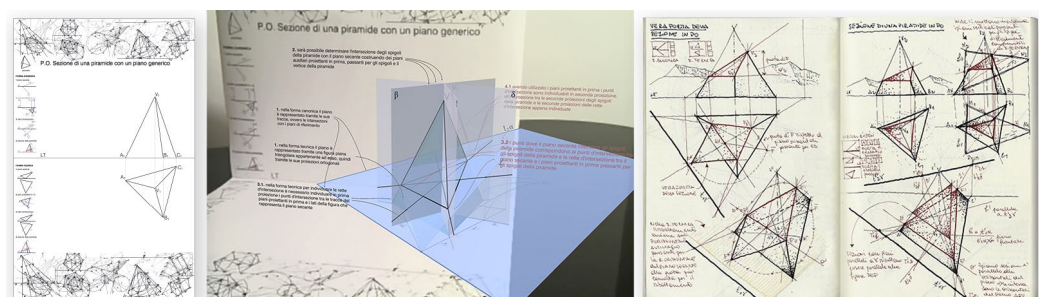
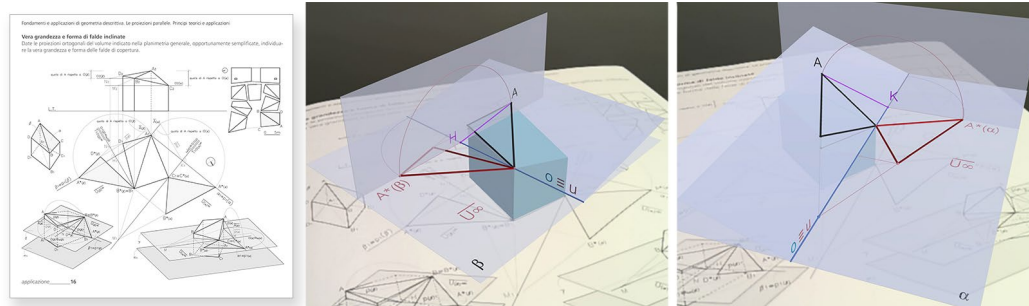


Fig. 9. Il disegno, nel metodo delle doppie proiezioni ortogonali, relativo al ribaltamento delle due falde di copertura di un edificio, e l'applicazione in AR che visualizza, separatamente, nello spazio, i due ribaltamenti. Applicazione in AR a cura degli autori.



elementi proiettanti che esistono nello spazio proiettivo, che possono essere immaginati come entità virtuali essendo inconsistenti nel mondo reale, possono essere materializzati in oggetti concreti. Nel modello digitale navigabile, assimilabile ad una rappresentazione animata [De Rubertis 2006], manca la componente concreta dello spazio affine perché tutto si svolge nello spazio virtuale che è oltre lo schermo. Solo nell'AR può essere rispettata la corrispondenza tra la realtà dello spazio affine e la virtualità dello spazio proiettivo. Nel *target* si possono materializzare, infatti, l'oggetto e le sue rappresentazioni, mentre gli elementi proiettivi rimangono virtuali.

Un altro aspetto che contribuisce a caratterizzare i diversi modelli è la percezione visiva, che è sempre correlata al punto di vista da cui il soggetto guarda l'oggetto [Di Napoli 2004, p. 65]. Guardando un modello fisico esiste una relazione stabile tra il punto di vista, che coincide con l'occhio dell'osservatore, e il movimento attorno all'oggetto. Nel caso del modello digitale navigabile è possibile interagire con il modello orbitando la camera virtuale attorno ad esso ma lo sguardo dell'osservatore rimane fisso sullo schermo. Invece, nelle applicazioni in AR il punto di vista, che genera la rappresentazione virtuale, è l'obiettivo del dispositivo che non coincide con lo sguardo dell'osservatore ma che può rimanere ad esso solidale durante il movimento attorno al *target* [5].

Nelle applicazioni proposte, le componenti che entrano in gioco nell'AR – *target* e contenuto digitale – sono impostate in modo diverso, circostanza che fa assumere all'AR un ruolo ogni volta differente nel processo di comprensione del problema spaziale.

Nella prima applicazione dove il *target* è costituito da un disegno, piuttosto complesso, relativo a operazioni da svolgersi nel metodo delle proiezioni ortogonali, l'AR consente di visualizzare il processo che ha generato quella rappresentazione bidimensionale, svelando quello che avviene 'dentro' e 'dietro' il disegno [6], diventando un ausilio alla comprensione e all'interpretazione dei segni grafici (fig. 9).

Nella seconda applicazione, il *target* corrisponde alla traccia di un problema nelle proiezioni ortogonali e l'AR consente di visualizzare il contenuto digitale della soluzione per fasi progressive, corrispondenti alla successione delle operazioni spaziali e quindi alle fasi di costruzione del modello grafico, configurandosi come una guida nel processo sequenziale del disegno (fig. 10).

Nella terza applicazione, il ribaltamento della sezione piana di una piramide è indagato in AR usando sia *target* bidimensionali (fig. 11) sia *target* tridimensionali (fig. 12), in questo modo è possibile valutare le implicazioni che derivano dal diverso rapporto che si

Fig. 10. La sequenza delle fasi di costruzione della sezione di una piramide con un piano generico appare progressivamente in AR, attivando i *virtual button* tramite l'occlusione degli indicatori predisposti sul *target*. Elaborazione degli autori.

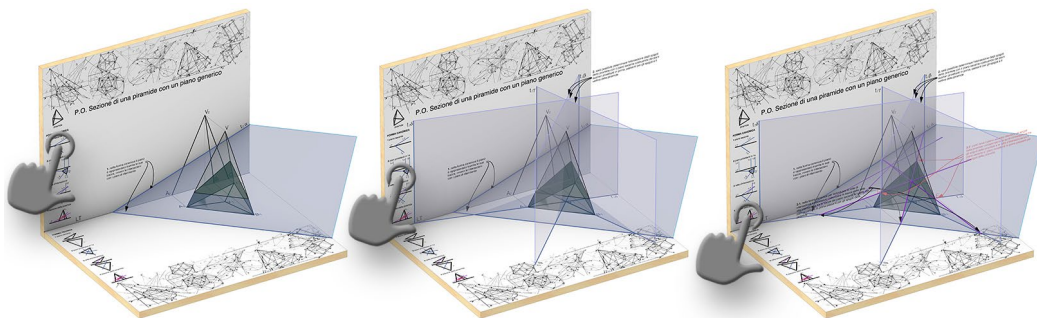
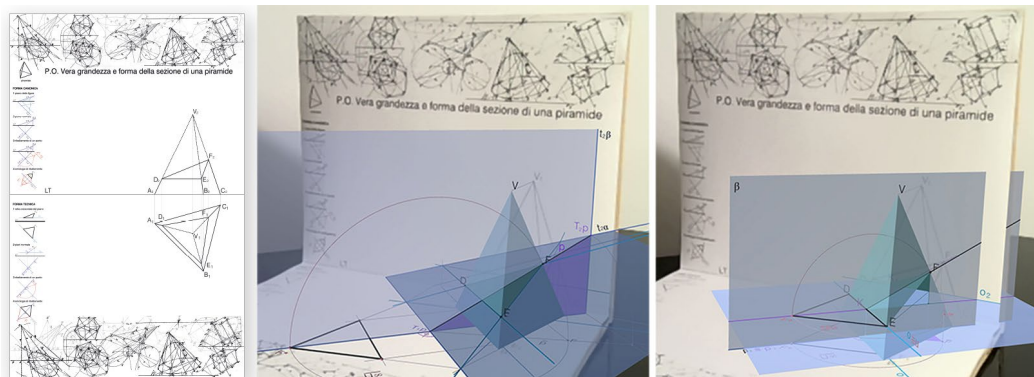


Fig. 11. Il target bidimensionale e l'AR che visualizza la soluzione del problema relativo al ribaltamento della figura piana generata dalla sezione di una piramide con un piano generico, svolto in forma canonica e in forma tecnica. Applicazione in AR a cura degli autori.



instaura tra ciò che viene rappresentato nel *target* – che esiste nel mondo reale – e ciò che viene visualizzato nel mondo virtuale della AR. Il modello digitale in AR si configura, quindi, come una transizione tra lo spazio reale e lo spazio proiettivo, qui rappresentato con tutti gli enti e le relazioni che vi coesistono. Non sarebbe possibile fare altrettanto con il modello fisico – dove è necessario operare delle scelte comunicative che implicano una selezione degli enti e delle relazioni da rappresentare – tuttavia l'applicazione in AR, mettendo in gioco solo il modello grafico e il modello digitale, manca dell'esperienza tattile attraverso la quale è possibile percepire il mondo e quindi conoscerlo [Focillon 2002].

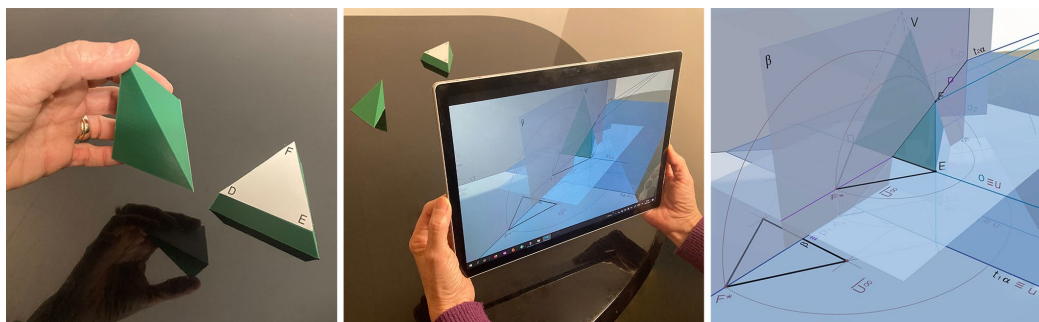
Utilizzando il *target* fisico, invece, l'oggetto reale è rappresentato nella sua consistenza e l'AR può attivare su di esso tutti quegli elementi spaziali che hanno contribuito a dargli forma – come il piano di sezione che genera un tronco di piramide (fig. 12).

Infine, la possibilità di 'vedere' nello spazio l'uso della forma canonica e della cosiddetta forma tecnica [7] sullo stesso modello di partenza fa comprendere la loro sostanziale identità: l'una si sovrappone all'altra. Seppure nella pratica sia indubbiamente più conveniente impiegare la forma tecnica, la comprensione della forma canonica offre allo studente la possibilità di consolidare la propria consapevolezza dell'evento spaziale. L'esercizio mentale che ne deriva favorisce lo sviluppo di quella che può essere definita 'intelligenza grafica' [8].

Conclusioni

Con l'obiettivo di bilanciare l'uso di strumenti tradizionali e informatici nell'insegnamento della Geometria descrittiva, il progetto didattico proposto integra l'uso dei modelli fisici e digitali con applicazioni in AR. Quelle descritte in questa sede sono state concepite come ulteriore supporto agli studenti nella comprensione dei problemi di natura spaziale e nello sviluppo della capacità di astrazione, ovvero della capacità di risolvere, direttamente sul foglio da disegno, le operazioni proiettive che avvengono nello spazio. "La Geometria Descrittiva, è noto, sostituisce ogni figura spaziale (tridimensionale) F con una sua figura piana rappresentativa F' su un piano π , coincidente con il foglio del disegno" [Fasolo, Migliari 1983]. Tramite queste sperimentazioni si è messo in evidenza

Fig. 12. Il target tridimensionale è il tronco di una piramide sezionata con un piano generico. L'applicazione in AR visualizza il piano secante e il ribaltamento della sezione sovrapponendo i due procedimenti svolti in forma canonica e in forma tecnica. Modelli e applicazione in AR a cura degli autori.



come l'AR segua il percorso inverso: sostituisce ogni rappresentazione (bidimensionale o tridimensionale) dell'oggetto con un suo modello digitale, che è rappresentativo dell'oggetto stesso nello spazio virtuale, coincidente con lo spazio reale.

Note

[1] In un recente articolo, Leonardo Paris [Paris 2020] ripercorre le tappe del processo di rinnovamento della Geometria descrittiva avviato da Riccardo Migliari, affermando che gli esiti di questo processo si sono avuti nella ricerca teorica e applicata ma non nella didattica.

[2] In questo testo si fa riferimento al corso di *Fondamenti e Applicazioni di Geometria Descrittiva*, canale A, svolto nel Dipartimento di Architettura dell'Università Roma Tre. I corsi del primo semestre del primo anno non prevedono l'utilizzo del computer ma si concentrano sul disegno a mano e sull'uso dei modelli fisici. Per una descrizione puntuale del quadro curricolare e dell'approccio didattico adottato da chi scrive, si veda [Spadafora 2020].

[3] Su questo argomento esiste un'ampia bibliografia, in parte riportata a fine testo. Alcune sperimentazioni, in questo senso, sono state condotte anche all'interno del corso di Istituzioni di Matematica I, sempre nel Dipartimento di Architettura di Roma Tre, dove si è sperimentata la modalità laboratoriale cosiddetta *hands-on*, dedicata alla piegatura della parabola [Magrone, Spreafico 2022, pp. 107-108].

[4] Si utilizza il termine 'vedere' distinto dal termine 'guardare' nell'accezione che ne dà Di Napoli: l'uno riguarda l'essenza del mondo, l'altro la sua presenza [Di Napoli 2004, p. 69].

[5] Nel caso della Realtà Mista con occhiali olografici, invece, il punto di vista che genera la rappresentazione virtuale rimane sempre solidale con il punto di vista dell'osservatore.

[6] Cioè, svela ciò che, secondo Orseolo Fasolo, conta più del disegno stesso [Fasolo 1984, p. 153].

[7] Per approfondimenti riguardo alla distinzione tra forma tecnica e forma canonica si veda il testo *Scienza della rappresentazione* [Docci, Migliari 1992] nel quale al capitolo 2 vengono definiti i due diversi modi di approcciare le doppie proiezioni ortogonali e quanto scritto in proposito da Marco Fasolo [Fasolo 2012].

[8] Enrico Cicalò la definisce come la capacità di integrare l'uso di occhio, mente e mano, per risolvere problemi e acquisire nuova conoscenza [Cicalò 2017].

Crediti

Sebbene la ricerca sia stata condotta da tutti gli autori e le conclusioni facciano parte del progetto di ricerca condiviso, il paragrafo 'Una riflessione sull'insegnamento della Geometria Descrittiva' è da attribuire a Giovanna Spadafora, il paragrafo 'I modelli per la comprensione dello spazio proiettivo' è da attribuire ad Antonio Camassa, il paragrafo 'Aumentare la realtà per vedere' lo spazio proiettivo' è da attribuire a Michela Ceracchi.

Riferimenti bibliografici

Bertoloaso M., Di Stefano N. (a cura di). (2017). *The Hand. Perception, Cognition, Action, Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics*, n. 38. Cham: Springer International.

Boboc R.G., Băutu E., Gîrbacia F., Popovici N., Popovici D.M. (2022). Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications. In *Applied Sciences*, n. 12-19: 9859. <<https://doi.org/10.3390/app12199859>> (consultato il 4 febbraio 2023).

Canciani M., Spadafora G., Saccone M., Camassa A. (2021). Augmented Reality as a Research Tool, for the Knowledge and Enhancement of Cultural Heritage. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (a cura di). *Representation Challenges. Augmented Reality and Artificial Intelligence in Cultural Heritage and Innovative Design Domain*, pp. 241-245. Milano: FrancoAngeli.

Ceracchi M. (2022). The Restoration of Mathematical Cabinets Between Rapid Prototyping and Augmented Reality. Max Brückner's Collection of Polyhedra. In *Proceedings of the 20th International Conference on Geometry and Graphics*, pp. 1040-1051. Cham: Springer International.

Ceracchi M., Tarei G. (2022). The Renewed Existence in AR of Max Brückner's Lost Paper Polyhedra. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (a cura di). *Representation Challenges: New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 433-440. Milano: FrancoAngeli.

Cicalò E. (2017). Intelligenza grafica. In *XY. Studi Sulla Rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte*, n. 1(2), pp. 54-67.

De Rubertis R. (2006). Premessa. In L. Nasini, H. Isawi. *Vedere con la mente. Una geometria per comprendere lo spazio senza percepirla visivamente*, pp. 7-9. Roma: Officina.

- Di Napoli G. (2004). *Disegnare e conoscere. La mano, l'occhio, il segno*. Torino: Einaudi.
- Docci M., Migliari R. (1992). *Scienza della rappresentazione*. Roma: NIS.
- Fasolo M. (2012). La rappresentazione in doppia proiezione ortogonale: forma di Monge e forma tecnica. In L. Carlevaris, L. De Carlo, R. Migliari (a cura di). *Attualità della geometria descrittiva*, pp. 189-200. Roma: Gangemi.
- Fasolo O. (1984). *Fondamenti geometrici della rappresentazione progettuale e tecnica dell'architettura, Tomo 1°, I modelli*. Roma: Edizioni Kappa.
- Fasolo O., Migliari R. (1983). *Fondamenti geometrici della rappresentazione progettuale e tecnica dell'architettura, Tomo 2°, Linee*. Roma: Edizioni Kappa.
- Focillon H. (2002). *Vita delle forme*. seguito da *Elogio della mano*. Torino: Einaudi.
- Goethe J.W. (1979). *Elegie romane*, a cura di Roberto Fertonani. Milano: Mondadori. Elegia V, p. 35.
- Luigini A., Panciroli C. (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milano: FrancoAngeli.
- Magrone P., Spreafico M.L. (2022). Nuovi approcci nei corsi di Matematica per l'Architettura: connettere forme e formule in geometria attraverso esperienze laboratoriali. In *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, n. 24/2022, pp. 99-122.
- Migliari R. (2001). L'insegnamento della Geometria Descrittiva e delle sue applicazioni. In V. Franchetti Pardo (a cura di). *La facoltà di architettura dell'Università di Roma "La Sapienza" dalle origini al duemila. Discipline, docenti, studenti*, pp. 277-288. Roma: Gangemi.
- Paris L. (2020). Geometria descrittiva 2020/Descriptive Geometry 2020. In A. Arena, M. Arena, R.G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediat, S. Nucifora, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 772-791. Milano: FrancoAngeli.
- Russo M. (2021). AR in the Architecture Domain: State of the Art. In *Applied Sciences*, n. 11-15: 6800. <<https://doi.org/10.3390/app11156800>> (consultato il 25 gennaio 2023).
- Sennet R. (2008). *L'uomo artigiano*, pp. 44-51. Milano: Feltrinelli.
- Spadafora G. (2020). Modelli reali e virtuali per l'insegnamento della geometria descrittiva. In *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, n. 20/2020, pp. 125-142.
- Spallone R., Palma V. (2021). AR&AI in the Didactics of the Representation Disciplines. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (a cura di). *Representation Challenges. Augmented Reality and Artificial Intelligence in Cultural Heritage and Innovative Design Domain*, pp. 421-425. Milano: FrancoAngeli.
- Tallis R. (2003). *The Hand. A Philosophical Inquiry in Human Being*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Ugo V. (2008). *La costruzione geometrica della forma architettonica. Esercizi*. Milano: Maggioli.

Autori

Giovanna Spadafora, Università degli Studi Roma Tre, giovanna.spadafora@uniroma3.it
 Michela Ceracchi, Sapienza Università di Roma, michela.ceracchi@uniroma1.it
 Antonio Camassa, Consiglio Nazionale delle Ricerche, antonio.camassa@cnr.it

Per citare questo capitolo: Spadafora Giovanna, Ceracchi Michela, Camassa Antonio (2023). I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale/Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3189-3206.



Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space

Giovanna Spadafora
Michela Ceracchi
Antonio Camassa

Abstract

The current research emerges from reflections on the impact that the use of digital technologies has in teaching Descriptive Geometry and what would be, in this field, the right balance between digital and traditional tools. The conviction that it is necessary to consolidate, even within this discipline, the mind-hand relationship and the propensity for sequential reasoning has, over the years, led to integrating the use of physical and navigable digital models in the teaching environment. In order to overcome the objective and perceptive limits of these models, the research team has also recently introduced, in teaching this discipline, the use of Augmented Reality, thus providing students with specific applications to aid in learning problems regarding spatial relations. The applications of Augmented Reality herein described were adopted in the teaching methodology as an added element within the didactic project, and setting the goal of activating a greater involvement of students in comprehending the problems posed, while continuing to work so that they acquire the ability for abstraction, that is, the ability to solve specific procedures directly on the drawing sheet.

Keywords

Didactics, Descriptive Geometry, Graphic Intelligence, Projective Space, Augmented Reality



Exemplification of the proposed applications in AR: the exploration of projective space from two and three-dimensional targets.

Reflections on the teaching of Descriptive Geometry

“Sehe mit fühlendem Aug’, fühle mit sehender Hand
 See with a feeling eye: feel with a seeing hand!”
 Johann Wolfgang von Goethe

The debate revolving around the teaching of descriptive geometry [1] and the need for it to be modernized by adopting, thanks to the possibility of working within the digital space, new ways of transmitting and acquiring knowledge, is the fertile ground in which every researcher, in this area, is inspired to reflect and reason on a daily basis.

It is clear, however, that every teaching experience must be contextualized: the number of students, their previous training, number of hours available and the curricular framework [2] certainly contribute to steer the direction to be adopted in teaching. But it is above all the daily dialogue with the students who, year after year, undertake architectural studies and the speed with which the applications relating to information and communication technologies evolve that constantly raise pressing questions about what the teaching methods are that can correspond to the younger generations’ new ways of learning. Alongside this, the reflections relating to the impact of digital technologies on all aspects of our lives, also achieved in other sectors of culture, prompt us to work on the balance between digital and traditional tools in training. In fact, the belief is still held that it is necessary to consolidate, also through this discipline, the mind-hand relationship (fig. 1) and the aptitude for sequential reasoning that working with the hands privileges [3]. Over the years, also thanks to the support of some teaching experiences acquired in the past [Migliari 2001], it was decided to integrate the teaching and the learning methods of descriptive geometry with the use of physical models (fig. 2). Subsequently, the use of navigable virtual models was introduced in face-to-face teaching (fig. 3), in 3D pdf format, to further aid students in understanding the correspondence between the projective operations carried out on the plane and those built directly in the digital space.

But not all geometric problems can be easily explained and illustrated through a physical model and the navigable digital model, even if it has the advantage by its capacity to be enriched by constructing the operations that take place in space, even if can only be observed on the monitor: For this reason, the research group has launched, in the course *Fondamenti*

Fig. 1. Students at work on the realization of the model of the icosahedron. Exercise carried out in collaboration with Paola Magrone, professor of Institutions of Mathematics 1. On the right, some models made by the students, related to the revolving of figures belonging to the vertical planes. Photographs by the authors.

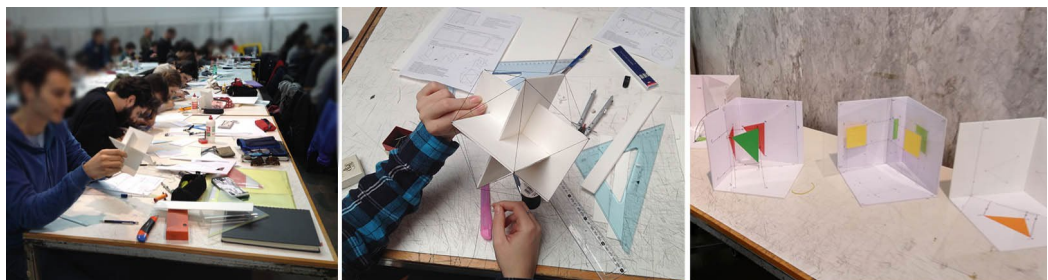


Fig. 2. The cabinet of teaching models. Right, the model created to explain the spatial genesis of orthogonal axonometry. Students at work. Models by the authors.

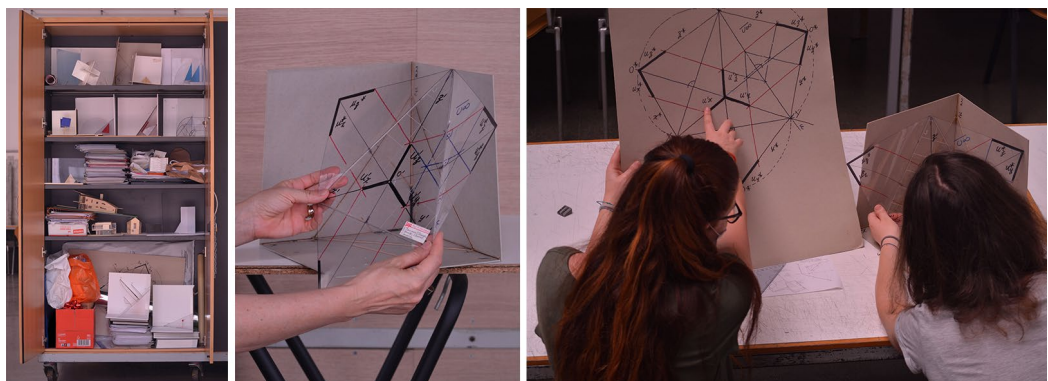




Fig. 3. The face-to-face lessons carried out by drawing on the blackboard and the contextual exploration of navigable digital models.

e applicazioni di *Geometria Descrittiva*, an educational experimentation that introduces the use of Augmented Reality (AR) to visualize some specific problems in three dimensions. However, these experiments do not replace but rather integrate the other methods used in recent years, inherent in the objective of promoting, in students the development of the ability abstraction, that is, the ability to mentally visualize the projective operations from which the images on the plane derive, thus configuring as an additional element within the educational project.

The models for the understanding of projective space

In the case of the physical model, the possibility of interacting with its materiality activates spatial intuitions [Tallis 2003; Bertolaso, Di Stefano 2017; Sennet 2008, p. 44-51]. However, the physical nature of the models sometimes renders the representation of particular geometric problems very complex. Although, in fact, the models built for educational purposes can be made modular so that the explanation or the study are contextually aided by the interaction with the model, there are cases in which is difficult to replicate, following the movements of the geometric elements in space, the exact sequence of graphic operations that must be carried out on the sheet. Furthermore, it is not always possible to represent all the elements contained in the problem, as happens, for example, in the case of models built to explain the rotation of a generic plane onto the first projection plane: in fact, in the model of the revolving of a point (fig. 4) it is possible to materialize and carry out all the operations in space, while in the reversal of the plane section of a pyramid (fig. 5) the complexity of the model does not allow to physically represent all the operations necessary to carry out the problem graphically. In general, however, it is evident that the possibility of physically moving even only a few geometric elements helps to effectively understand what is happening in space. It should be emphasized that the physical models created to explain the process of constructing the perspective image onto the picture plane constitute a particular case among others. In fact, in addition to representing the geometric elements and the operations that take place in space, they allow one to physically experience the position of the observer

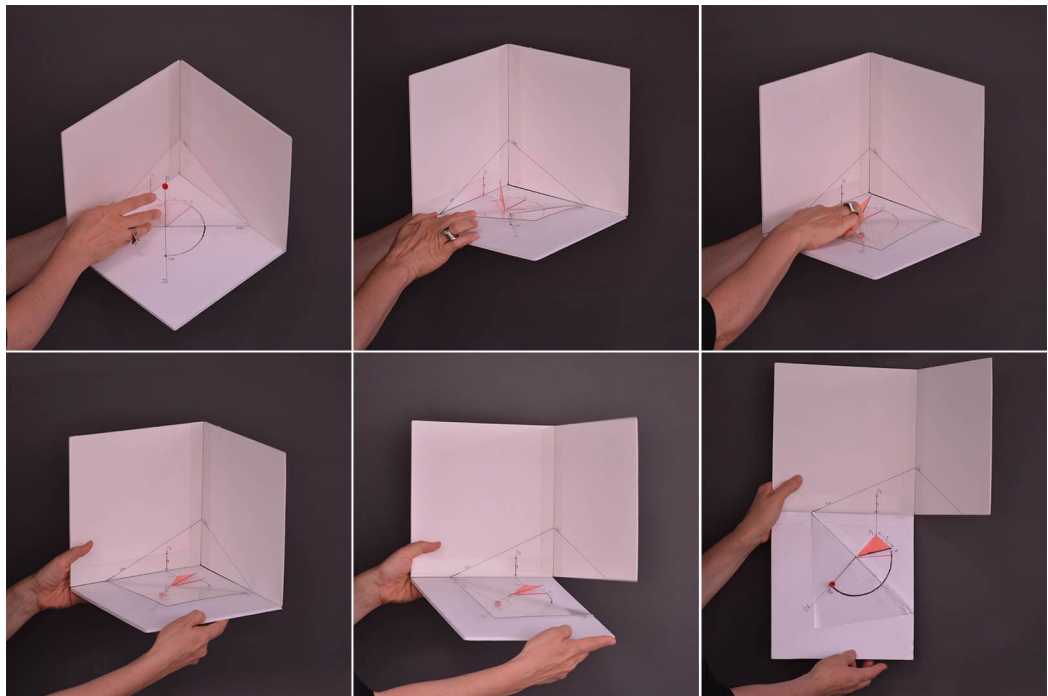


Fig. 4. The model of the revolution of a point belonging to a generic plane which describes the operations to solve the problem, even if not in the same sequence as they occur on the drawing on paper. Model created by the students of the course.

and understand how in a constrained view the object disappears in the perspective image. Furthermore, these types of models, by replicating the functioning of some perspective machines (fig. 6), demonstrate the role of the physical model in the process of codifying the linear perspective.

To attempt to overcome the objective limits of the physical model, it is possible to create a navigable digital model which, as stated, allows us to depict all the geometric entities and projective processes, but which finds its limit in the distance between the observer's real space and the virtual space within which the model can be explored.

To bridge this distance, AR representation can be used, which allows the digital model to be perceived as an object to be explored in its three-dimensionality and not as an image on the screen (fig. 7). Furthermore, this type of representation is more adapted to the natural propensity of the current generations of students' use and understanding of digital language. Applications in AR now find a place in every field of activity. Recent studies [Russo 2021] emphasize how the use of AR in the field of architecture can open up new research perspectives in various areas of interest. From the analysis of the scientific production of the last ten years it emerges that AR is mostly used for dissemination purposes and for the cross-breeding material with immaterial heritage [Boboc 2021]. Although these results show that applications in the educational sector are numerically fewer, there is a growing interest, on the part of numerous research groups, towards AR applications for teaching both in the architectural field and in the field of graphic representation and solid geometry [Luigini, Pancioli 2018; Shoulder 2021; Ceracchi 2022].

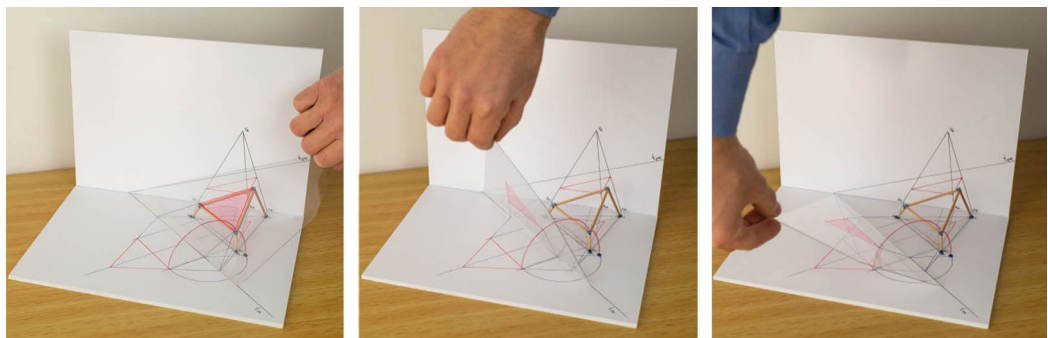


Fig. 5. Revolving the generic plane that sections a pyramid. The truncated pyramid was modeled with its edges to prevent the faces from obstructing the view of the essential geometric elements. Model by the authors.

Fig. 6. The model of the vertical frame perspective. Sighting from the point of view, materialized as the silhouette of the observer; the students can verify how the image on the picture plane is the result of the intersection of the visual pyramid. Model by the authors.

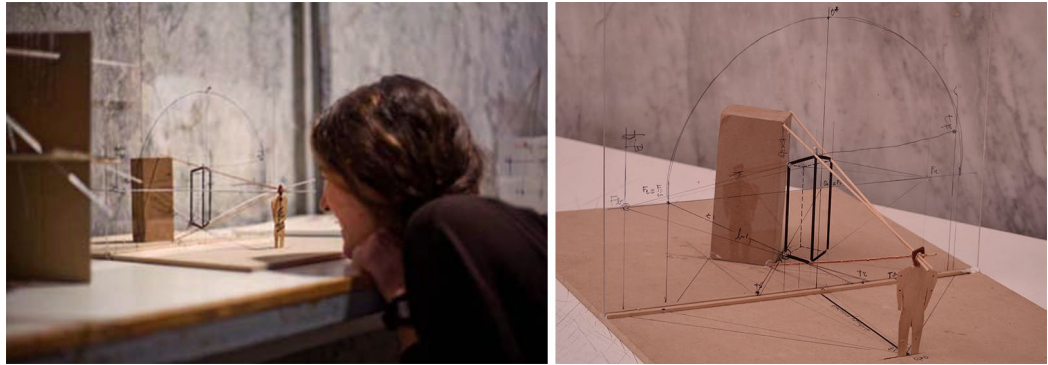
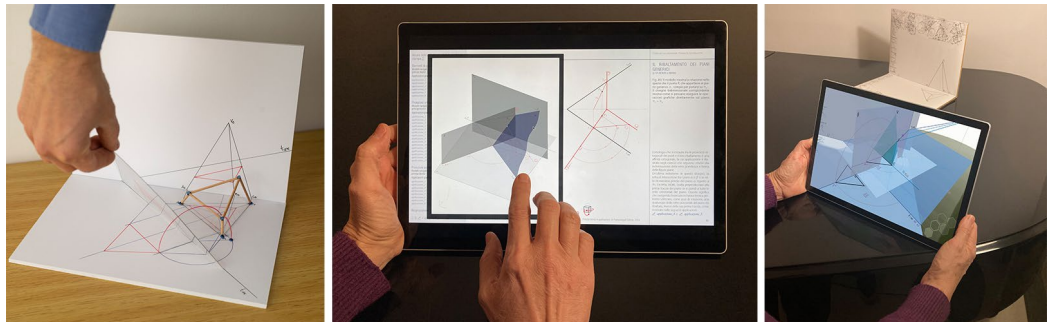


Fig. 7. The physical model, the navigable digital model and the Augmented Reality model, related to the rotation of a generic plan. Models by the authors.



Augment reality to see projective space

Descriptive geometry, though resolved within the representational plane, is born and lives in space, where the projective elements are able to transform the object into its infinite representations. Orseolo Fasolo believed that to educate the student in this discipline it is necessary to explain, justify, and spatially understand any operation, so that the awareness of the spatial problem prevails over the pure description of flat signs [Fasolo 1984, p. 29]. The use of AR proposed here aims precisely at exhibiting what happens in the projective space, in order to stimulate the student's autonomy in translating the spatial problem into graphic signs (fig. 8).

AR can associate the digital content with a target coinciding with a two-dimensional or three-dimensional representation of the object – through marked-based tracking technology – and, when it also returns the correct reciprocal position among the elements, it permits the replication of what takes place in the projective space – where the relationship between object and representation is strongly structured [Ugo 2004, p. 23] – and to 'see' [4] the projective space superimposed onto the affine space.

In the physical model, the relationships and projecting elements that exist in the projective space, which can be imagined as virtual entities though being inconsistent in the real world, can be materialized into concrete objects. In the navigable digital model, similar to an animated representation [De Rubertis 2006], the concrete component of the related space

Fig. 8. The application in AR and the hand drawing that traces the phases of the graphic procedure for the construction of the section of a pyramid. Models and application in AR by the authors.

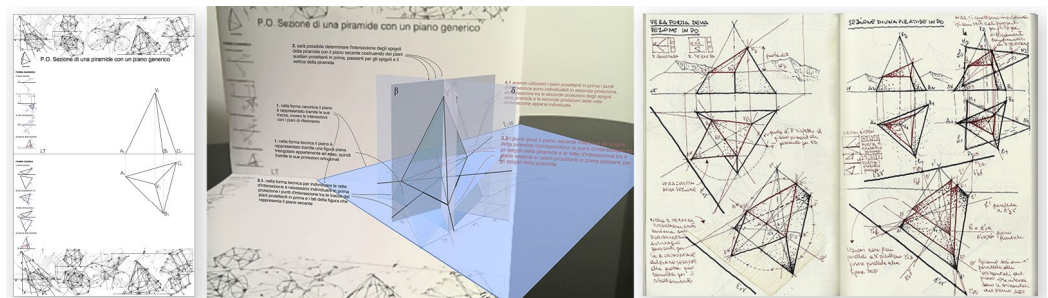
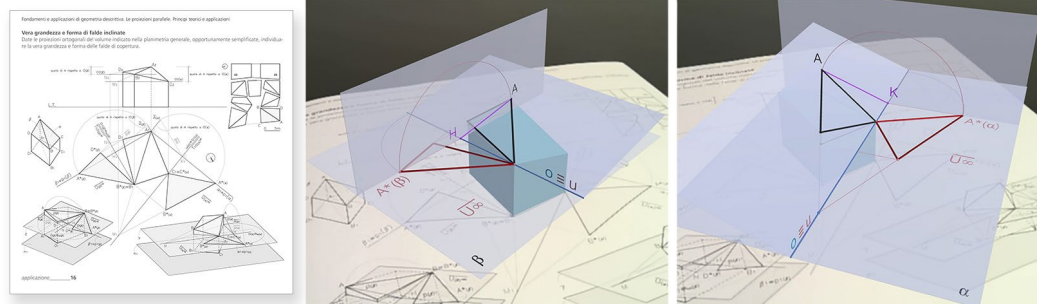


Fig. 9. The drawing, in the method of double orthogonal projections, related to the revolving of the two roof pitches of a building, and the application in AR which, separately, visualizes in space, the two rotations. Application in AR by the authors.



is missing because everything takes place in the virtual space that is on the other side of the screen. Only in AR can the correspondence between the reality of affine space and the virtuality of projective space be respected. In fact, the object and its representations can materialize in the target, while the projective elements remain virtual.

Another aspect that helps to characterize the different models is visual perception, which is always correlated with the point of view from which the subject looks at the object [Di Napoli 2004, p. 65]. Looking at a physical model there is a stable relationship between the point of view, which coincides with the eye of the observer; and the movement around the object. In the case of the navigable digital model, it is possible to interact with the model by orbiting the virtual camera around it but the observer's view remains fixed on the screen. Instead, in AR applications, the point of view, which generates the virtual representation, is the lens of the device which does not coincide with the observer's gaze, but which can remain linked to it during movement around the target [5].

In the proposed applications, the components that come into play in the AR – target and digital content – are set up differently, a situation that makes AR assume a different role each time in the process of understanding the spatial problem.

In the first application where the target consists of a (rather complex) drawing relating to operations to be carried out with the method of orthogonal projections, the AR makes it possible to visualize the process that generated the two-dimensional representation, revealing what is happening 'inside' and 'behind' the drawing [6], becoming an aid to the understanding and interpretation of the graphic signs (fig. 9).

In the second application, the target corresponds to the trace of a problem in orthogonal projections and AR allows the digital content of the solution to be displayed in progressive phases, corresponding to the succession of spatial operations and therefore to the construction phases of the graphic model, amounting to a guide in the sequential drawing process (fig. 10).

In the third application, the rotation of the flat section of a pyramid is investigated in AR using both two-dimensional (fig. 11) and three-dimensional targets (fig. 12), in this way it is possible to evaluate the implications deriving from the different relationship that is established between what is represented in the target – which exists in the real world – and what is displayed in the virtual world of AR. The digital model in AR is therefore configured as a transition between real space and projective space, represented here with all the entities and relationships that coexist therein. It would not be possible to do the same with

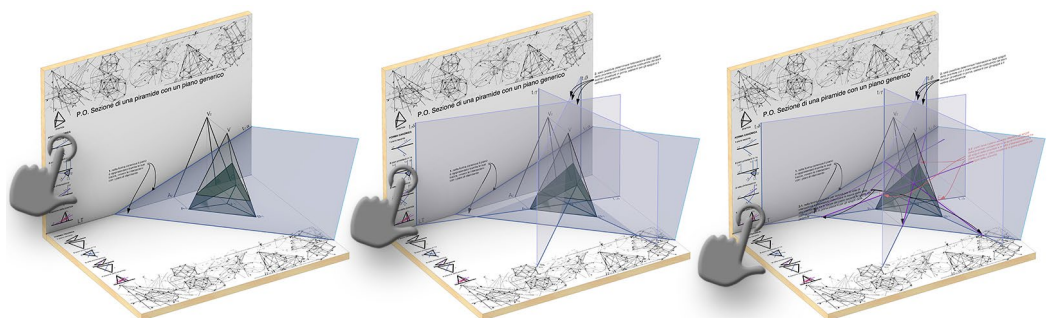
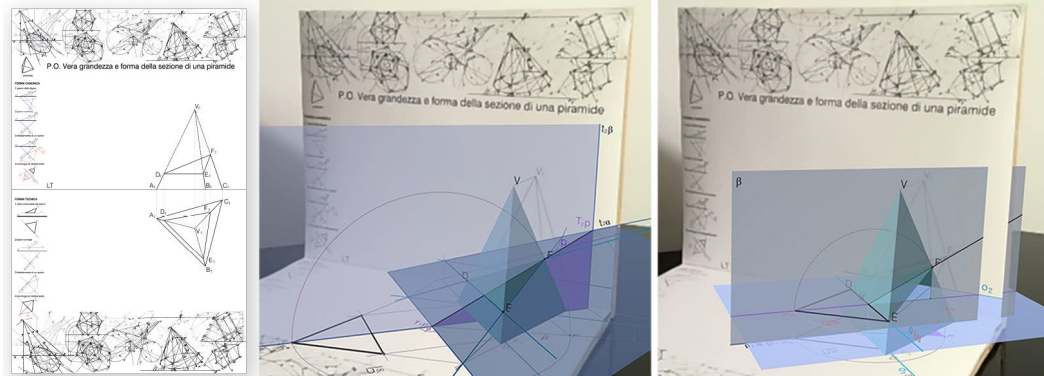


Fig. 10. The sequence of construction phases of the section of a pyramid with a generic plan appears progressively in AR, activating the virtual buttons by blocking the indicators set up on the target. Elaboration by the authors.

Fig. 11. The two-dimensional target and the AR which displays the solution of the problem related to the revolution of the plane figure generated by the section of a pyramid with a generic plane, carried out in canonical and technical form. Application in AR by the authors.



the physical model – where it is necessary to make communicative choices that involve a selection of the elements and the relationships to be represented – however the application in AR, by bringing into play only the graphic model and the digital model, lacks the tactile experience through which it is possible to perceive the world and therefore know it [Focillon 2002].

Using the physical target, on the other hand, the real object is represented in its consistency and AR can activate on it all those spatial elements that have contributed to giving it shape – such as the sectional plane that generates a truncated pyramid (fig. 12).

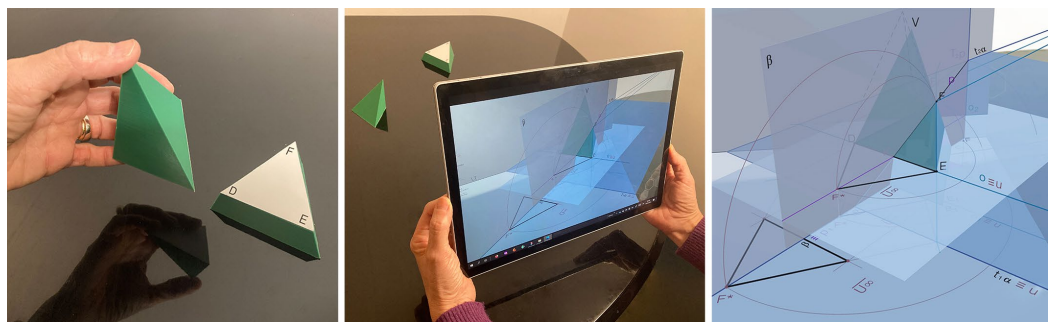
The possibility of ‘seeing’ in space the use of the canonical form and the so-called technical form [7] on the same starting model helps us understand their substantial identity: one overlaps the other. Although in practice it is undoubtedly more convenient to use the technical form, the understanding of the canonical form offers the student the possibility of consolidating his awareness of the spatial event. The resulting mental exercise favors the development of what may be defined as ‘graphical intelligence’ [8].

Conclusions

With the aim of balancing the use of traditional and IT tools in teaching descriptive geometry, the proposed educational project integrates the use of physical and digital models with applications in AR. Those described here have been conceived as a further support to students in understanding spatial problems and in developing the ability to abstract, that is, to solve, directly on the drawing paper, the projective operations that take place in space.

“Descriptive Geometry, it is known, replaces each (three-dimensional) spatial figure F with its representative plane figure F' on a plane π , coinciding with the drawing sheet” [Fasolo, Migliari 1983]. Through these experiments it was emphasized how AR follows the opposite path: it replaces each (two or three-dimensional) representation of the object with its own digital model, which is representative of the object itself in virtual space, coinciding with real space.

Fig. 12. The three-dimensional target is the truncated pyramid sectioned by a generic plane. The application in AR displays the secant plane and the revolution of the section by superimposing the two procedures carried out in a canonical form and in a technical form. Models and application in AR by the authors.



Notes

[1] In a recent article, Leonardo Paris [Paris 2020] retraces the stages of the modernization process of descriptive geometry begun by Riccardo Migliari, stating that the results of this process occurred in theoretical and applied research but not in teaching.

[2] In the text we refer to the course of *Fondamenti e Applicazioni di Geometria Descrittiva*, channel A, held in the Department of Architecture of the Roma Tre University. The courses in the first semester of the first year do not involve the use of computers but focus on hand drawing and the use of physical models. For a detailed description of the curricular framework and the teaching approach adopted by the writer, see [Spadafora 2020].

[3] There is an extensive bibliography on this topic, some of which are included at the end of the text. Some experiments, in this sense, were also conducted within the Institutions of Mathematics I course, again in the Department of Architecture of Roma Tre, where the so-called hands-on laboratory method was experimented, dedicated to the folding of the parabola [Magrone, Spreafico 2022, pp.107-108].

[4] The term 'seeing' is used as opposed to the term 'looking' in the meaning given by Di Napoli: one concerns the essence of the world, the other its presence [Di Napoli 2004, p. 69].

[5] In the case of Mixed Reality with holographic glasses, on the other hand, the point of view that generates the virtual representation always remains linked with the point of view of the observer.

[6] That is, it reveals what, according to Orseolo Fasolo, is more important than the drawing itself [Fasolo 1984, p. 153].

[7] For further information on the distinction between technical form and canonical form, see the text *Scienza della rappresentazione* [Docci, Migliari 1992] in which Chapter 2 defines the two different ways of approaching double orthogonal projections and what Marco Fasolo wrote concerning it [Fasolo 2012].

[8] Enrico Cicalò defines it as the ability to integrate the use of eye, mind, and hand, to solve problems and acquire new knowledge [Cicalò 2017].

Credits

Although the research was conducted by all the authors and the conclusions are part of the shared research project, the paragraph 'Reflections on the teaching of Descriptive Geometry' is to be attributed to Giovanna Spadafora, the paragraph 'The models for the understanding of projective space' is to be attributed to Antonio Camassa, the paragraph 'Augment Reality to see projective space' is to be attributed to Michela Ceracchi.

References

- Bertolaso M., Di Stefano N. (Eds.). (2017). *The Hand. Perception, Cognition, Action, Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics*, No. 38. Cham: Springer International.
- Boboc R.G., Băutu E., Gîrbacia F., Popovici N., Popovici D.M. (2022). Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications. In *Applied Sciences*, No. 12-19: 9859. <<https://doi.org/10.3390/app12199859>> (accessed 4 February 2023).
- Canciani M., Spadafora G., Saccone M., Camassa A. (2021). Augmented Reality as a Research Tool, for the Knowledge and Enhancement of Cultural Heritage. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Representation Challenges. Augmented Reality and Artificial Intelligence in Cultural Heritage and Innovative Design Domain*, pp. 241-245. Milan: FrancoAngeli.
- Ceracchi M. (2022). The Restoration of Mathematical Cabinets Between Rapid Prototyping and Augmented Reality. Max Brückner's Collection of Polyhedra. In *Proceedings of the 20th International Conference on Geometry and Graphics*, pp. 1040-1051. Cham: Springer International.
- Ceracchi M., Tarei G. (2022). The Renewed Existence in AR of Max Brückner's Lost Paper Polyhedra. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Representation Challenges: New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 433-440. Milan: FrancoAngeli.
- Cicalò E. (2017). Intelligenza grafica. In *XY. Studi Sulla Rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte*, No. 1(2), pp. 54-67.
- De Rubertis R. (2006). Premessa. In L. Nasini, H. Isawi. *Vedere con la mente. Una geometria per comprendere lo spazio senza percepirlo visivamente*, pp. 7-9, Rome: Officina.
- Di Napoli G. (2004). *Disegnare e conoscere. La mano, l'occhio, il segno*. Turin: Einaudi.
- Docci M., Migliari R. (1992). *Scienza della rappresentazione*. Rome: NIS.

- Fasolo M. (2012). La rappresentazione in doppia proiezione ortogonale: forma di Monge e forma tecnica. In L. Carlevaris, L. De Carlo, R. Migliari (Eds.). *Attualità della geometria descrittiva*, pp. 189-200. Rome: Gangemi.
- Fasolo O. (1984). *Fondamenti geometrici della rappresentazione progettuale e tecnica dell'architettura, Tomo 1°, I modelli*. Rome: Edizioni Kappa.
- Fasolo O., Migliari R. (1983). *Fondamenti geometrici della rappresentazione progettuale e tecnica dell'architettura, Tomo 2°, Linee*. Rome: Edizioni Kappa.
- Focillon H. (2002). *Vita delle forme*. seguito da *Elogio della mano*. Turin: Einaudi.
- Goethe J.W., (1979). *Elegie romane*, a cura di Roberto Fertonani. Milan: Mondadori. Elegia V, p. 35.
- Luigini A., Panciroli C. (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milan: FrancoAngeli.
- Magrone P., Spreafico M.L. (2022). Nuovi approcci nei corsi di Matematica per l'Architettura: connettere forme e formule in geometria attraverso esperienze laboratoriali. In *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, No. 24/2022, pp. 99-122.
- Migliari, R. (2001). L'insegnamento della Geometria Descrittiva e delle sue applicazioni. In V. Franchetti Pardo (Ed.), *La facoltà di architettura dell'Università di Roma "La Sapienza" dalle origini al duemila. Discipline, docenti, studenti*, pp. 277-288. Rome: Gangemi.
- Paris L. (2020). Geometria descrittiva 2020/Descriptive Geometry 2020. In A. Arena, M. Arena, R.G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediat, S. Nucifora, P. Raffa (Eds.). *Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 772-791. Milan: FrancoAngeli.
- Russo M. (2021). AR in the Architecture Domain: State of the Art. In *Applied Sciences*, n. 11-15: 6800. <<https://doi.org/10.3390/app11156800>> (accessed 25 January 2023).
- Sennet R. (2008). *L'uomo artigiano*, pp. 44-51. Milan: Feltrinelli.
- Spadafora G. (2020). Modelli reali e virtuali per l'insegnamento della geometria descrittiva. In *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, No. 20/2020, pp. 125-142.
- Spallone R., Palma V. (2021). AR&AI in the Didactics of the Representation Disciplines. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Representation Challenges. Augmented Reality and Artificial Intelligence in Cultural Heritage and Innovative Design Domain*, pp. 421-425. Milan: FrancoAngeli.
- Tallis R. (2003). *The Hand. A Philosophical Inquiry in Human Being*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Ugo V. (2008). *La costruzione geometrica della forma architettonica. Esercizi*. Milan: Maggioli.

Authors

Giovanna Spadafora, Università degli Studi Roma Tre, giovanna.spadafora@uniroma3.it
 Michela Ceracchi, Sapienza Università di Roma, michela.ceracchi@uniroma1.it
 Antonio Camassa, Consiglio Nazionale delle Ricerche, antonio.camassa@cnr.it

To cite this chapter: Spadafora Giovanna, Ceracchi Michela, Camassa Antonio (2023). I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale/Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3189-3206.