

Graphic Thinking

Josefa Ros Torres, Gemma Vázquez Arenas (Eds.)

Proceedings

XVII International Conference on Graphic Expression
Applied to Building-APEGA 2025

ediciones
UPCT



Universidad
Politécnica
de Cartagena



XVII CONGRESO INTERNACIONAL
Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación

APEGA CARTAGENA 2025

OCTUBRE
02 | 03 | 04

PENSAMIENTO GRÁFICO

Graphic Thinking

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO
BUILDING – APEGA 2025

Pensamiento Gráfico

XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA
EDIFICACIÓN – APEGA 2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

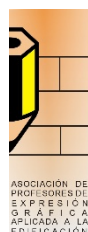
Cartagena 2-4 october 2025

PROCEEDINGS

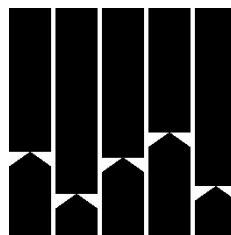
Editors

Josefa Ros Torres

Gemma Vázquez Arenas



ASOCIACION DE
PROFESIONALES DE
EXPRESION
GRAFICA
APLICADA A LA
EDIFICACION



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

**ediciones
UPCT**

GRAPHIC THINKING

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING – APEGA 2025.

PENSAMIENTO GRÁFICO.

XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN. APEGA CARTAGENA 2025.

© Scientific Editors:

Josefa Ros Torres

Gemma Vázquez Arenas

© Text and images: the authors, 2025

Corporate image and book covers © Pedro M. Jiménez Vicario, 2025

© Publishers: Universidad Politécnica de Cartagena, 2025

Ediciones UPCT

ediciones@upct.es

Printed by: Pictocoop S. Coop

F02754539

Calle Boja Blanca 54

30833 Sangonera la Verde

First edition, 2025

ISBN: 978-84-95781-52-9

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee

The reuse of the contents is allowed through the copying, distribution, exhibition and representation of the work, as well as the generation of derivative works as long as the authorship is acknowledged and it is cited with complete bibliographic information.



Commercial use is not permitted and derivative works must be distributed under the same license as the original work. Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-NO comercial-SinObraDerivada (by-nc-nd): no se permite el uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Editorial Disclaimer

The images accompanying each contribution are the sole responsibility of their respective authors. The editors disclaim any liability for issues arising from the publication of this volume, including unauthorized use or improper citation of sources / Las imágenes que ilustran los textos son responsabilidad de sus autores, eximiendo a los editores de cualquier responsabilidad en la que pudieran incurrir por la publicación de este libro, ya sea por un uso indebido o no autorizado, o por una citación de fuentes inadecuada.

Cite as: Ros-Torres, J; Vázquez, G. (2025). Graphic Thinking. Proceedings of XVII International Conference of the on Graphic Expression Applied to Building APEGA 2025. Cartagena, October 02, 03 and 04, 2025. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2025. ISBN: 978-84-95781-52-9. <https://doi.org/10317/18884>

CONFERENCE INFORMATION / INFORMACIÓN DEL CONGRESO

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING. APEGA 2025 / XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN. APEGA2025

Dates / Fechas:

2, 3, 4 october 2025. Cartagena, Murcia, España

Chair / Directora:

Josefa Ros Torres, Universidad Politécnica de Cartagena

Secretary / Secretaria:

Gemma Vázquez Arenas. Universidad Politécnica de Cartagena

Honor Committee Coordination / Coordinación del Comité de Honor:

Josefina García León. Universidad Politécnica de Cartagena

Scientific Committee Coordination / Coordinación del Comité Científico:

Josefa Ros Torres. Universidad Politécnica de Cartagena

Organising Committee Coordination / Coordinación del Comité Organizador:

Pedro E. Collado Espejo. Universidad Politécnica de Cartagena

Responsible for coordination with APEGA / Responsable de la Coordinación con APEGA:

Josefa Ros Torres. Universidad Politécnica de Cartagena

Edigrafica Juan Manuel Raya awards Coordination / Coordinación de Edigráfica y premios Juan Manuel Raya:

Pau Natividad Vivó. Universidad Politécnica de Cartagena

Pedro M. Jiménez Vicario. Universidad Politécnica de Cartagena

Responsible for international relationships / Responsable de relaciones internacionales:

Macarena Salcedo Galera. Universidad Politécnica de Cartagena

Reviewing process / Proceso de evaluación:

The members of the Scientific Committee of this congress have evaluated, by anonymous peer review, each of the articles and papers submitted to the Congress. This committee decides which papers are accepted, rejected or require improvement.

Los miembros del comité Científico de este congreso han evaluado, mediante revisión anónima por pares, cada uno de los artículos y trabajos presentados al Congreso. Este Comité decide qué trabajos son aceptados, rechazados o requieren mejoras. El contenido completo de los trabajos se recoge en el libro "Pensamiento Gráfico"

Organization / Organización:

- Universidad Politécnica de Cartagena. Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
- APEGA. Asociación de Profesores de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación.

COMMITTEES / COMITÉS

APEGA2025: Comité de Honor / Honour Committee

Sr. D. Mathieu Kessler Neyer	Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Cartagena
Sr. D. Antonio Caballero Pérez	Ilustrísimo Sr. Director General de Universidades de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM)
Sr. D. Fernando M. García Martín	Director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
Sr. D. Alfredo Sanz Corma	Presidente del Consejo General de la Arquitectura Técnica
Sr. D. Antonio Mármol Ortuño	Presidente del Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia y de Musaat
Sr. Dña. D ^a Ornella Zerlenga	Presidenta de la Unione Italiana per il Disegno (UID)
Sr. D. José Antonio Barrera Vera	Presidente de la Asociación de Profesores de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación. APEGA

APEGA2025: Comité Organizador / Organizing Committee

Josefa Ros Torres	Dirección
Gemma Vázquez Arenas	Secretaría
Josefina García León	Coordinadora del Comité de Honor
Josefa Ros Torres	Coordinadora del Comité Científico
Pedro E. Collado Espejo	Coordinador del Comité Organizador
Pau Natividad Vivó Pedro M. Jiménez Vicario	Comisarios de Edigráfica
Macarena Salcedo Galera	Relaciones internacionales
Pedro M. Jiménez Vicario	Coordinador Edigráfica
Pau Natividad Vivó	Coordinador Premios Juan Manuel Raya

APEGA2025: Editores / Editors

Josefa Ros Torres. Universidad Politécnica de Cartagena

Gemma Vázquez Arenas. Universidad Politécnica de Cartagena

APEGA2025: Comité Científico / Scientific Committee

Amparo Bernal López-Sanvicente. Universidad de Burgos
Andrés Martín Pastor. Universidad de Sevilla
Ángel José Fernández Álvarez. Universidad de A Coruña
Antonella di Luggo. Universidad de Nápoles, Federico II
Antonio Fernández Coca. Universidad Islas Baleares
Antonio Trallero Sanz. Universidad de Alcalá
Caterina Palestini. Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara
Concepción López González. Universidad Politécnica de Valencia
Daniela Besana. Università di Pavia
Daniele Giovanni Papi. Politecnico di Milano
David Valverde Cantero. Universidad de Castilla-La Mancha
Diego Ros McDonnell. Universidad Politécnica de Cartagena
Edgar Alonso Meneses Bedoya. Universidad Nacional de Colombia
Fabian García Carrillo. Universidad de Granada
Filippo Fantini. Universidad de Bolonia
Gemma Vázquez Arenas. Universidad Politécnica de Cartagena
Jesús María García Gago. Universidad de Salamanca
Jorge Alberto Galindo Diaz. Universidad Nacional de Colombia
José Antonio Barrera Vera. Universidad de Sevilla
Josefa Ros Torres. Universidad Politécnica de Cartagena
Josefina García León. Universidad Politécnica de Cartagena
Juan Saumell Lladó. Universidad de Extremadura
Luca Cipriani. University of Bologna
Macarena Salcedo Galera. Universidad Politécnica de Cartagena
Manuel A. Rodenas López. Universidad Politécnica de Cartagena
Marcelo Payssé Álvarez. Universidad de la República. Uruguay
Massimiliano Campi. Università degli Studi di Napoli Federico II
María Jesús Mániz Pitarch. Universidad Jaime I
Mercedes Valiente López. Universidad Politécnica de Madrid
Pablo Jeremías Juan. Universidad de Alicante
Pablo Rodríguez Navarro. Universidad Politécnica de Valencia
Pau Natividad Vivó. Universidad Politécnica de Cartagena
Pedro E. Collado Espejo. Universidad Politécnica de Cartagena
Pedro M. Jiménez Vicario. Universidad Politécnica de Cartagena
Rodrigo García Alvarado. Universidad del Bio-Bio, Chile
Ruth Pino Suárez. Universidad de La Laguna
Salvatore Barba. Università Degli Studi di Salerno
Santiago Llorens Corraliza. Universidad de Sevilla

CONTRIBUTORS / COLABORADORES

APEGA – Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación

<https://blogs.upv.es/>

Universidad Politécnica de Cartagena

<https://upct.es>

Fundación Séneca

<https:fseneca.es>

Escuela Técnica superior de Arquitectura y Edificación

<https://etsae.upct.es>

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación

<https://www.upct.es/dept/arte/>

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia.

<https://www.coaatimu.es>

Consejo General de la Arquitectura Técnica: CGATE

<https://www.cgate.es>

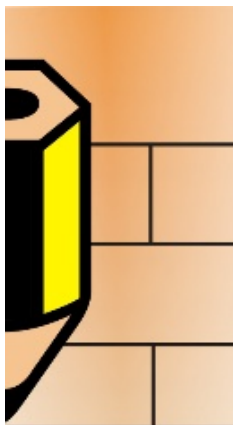
MUSAAT

<https://www.musaat.es>

Íscar Software de Arquitectura - SketchUp Gold Reseller en España

<https://iscarnet.com/sketchup/>

CONTRIBUTORS / COLABORADORES



ASOCIACIÓN DE
PROFESORES DE
EXPRESIÓN
GRÁFICA
APLICADA A LA
EDIFICACIÓN



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Escuela Técnica Superior de
Arquitectura y Edificación
Cartagena



Departamento de Arquitectura y
Tecnología de la Edificación



Íscar
software de arquitectura



f SéNeCa⁽⁺⁾
Agencia de Ciencia y Tecnología
Región de Murcia



colegio oficial de
aparejadores,
arquitectos técnicos
e ingenieros de
edificación de la
región de murcia



musaat



INTRODUCTION

This volume compiles the scientific contributions submitted and accepted for presentation at the **XVII International Conference on Graphic Expression Applied to Building – APEGA 2025**, which will be held on October 2nd, 3rd, and 4th in the city of Cartagena. The event is organized by the **Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena**.

The Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Arquitectónica (APEGA) Conference is a biennial international meeting that brings together professionals, educators, and researchers engaged in the field of **Graphic Expression Applied to Building**. It has become a consolidated academic forum for the exchange of experiences and knowledge, with the aim of fostering, promoting, guiding, developing, and disseminating teaching and research in Graphic Expression, particularly within university degrees related to Building Engineering.

The theme chosen for this edition, **GRAPHIC THINKING**, proposes a conceptual framework based on the idea that drawing, as a final product, is not merely an end in itself, but rather a fundamental tool for the in-depth analysis and production of what is represented. In this sense, graphic thinking implies a sequence that moves from conceptual synthesis to the representation of reality, reflecting both the spirit of the conference theme and the structure of this publication.

The continuity of scientific publications resulting from APEGA conferences over more than three decades demonstrates the academic community's sustained commitment to quality and international relevance in research on Graphic Expression.

Accordingly, this volume presents not only the results of the scientific evaluation process carried out by the academic committee, but also a representative overview of the current state of research and teaching in the field of **Graphic Expression Applied to Building**.

Editors



PRESENTACIÓN

Con esta publicación se culmina el trabajo desarrollado en el **XVII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación – APEGA 2025**, celebrado los días 2, 3 y 4 de octubre en la ciudad de Cartagena, bajo la organización de la **Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena**.

El Congreso de la Asociación de Profesores de Expresión Gráfica en la Edificación (APEGA) constituye una cita bienal de referencia internacional que reúne a profesionales, docentes e investigadores vinculados con la Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación. Este encuentro académico se consolida como un espacio de intercambio de experiencias y conocimientos, con el objetivo de fomentar, potenciar, orientar, desarrollar y promover la enseñanza, la difusión y la investigación en el ámbito de la Expresión Gráfica, especialmente en las titulaciones universitarias vinculadas a la Edificación.

La presente edición ha adoptado como lema **PENSAMIENTO GRÁFICO**, este enfoque parte de la premisa de que el dibujo, como producto final, no constituye únicamente un fin en sí mismo, sino que se erige como un vehículo esencial para el análisis profundo y la producción de lo representado. En este sentido, el pensamiento gráfico implica una secuencia que va desde la síntesis conceptual hasta la representación de la realidad, reflejando así la esencia del lema del congreso y la estructura de esta publicación.

La continuidad de las publicaciones científicas derivadas de los congresos APEGA, a lo largo de más de tres décadas, evidencia el compromiso sostenido de la comunidad académica con la calidad y la proyección internacional de la investigación en Expresión Gráfica.

Por ello, esta obra recoge no solo el resultado del proceso de evaluación científica llevado a cabo por el comité académico, sino también una muestra representativa del estado actual de la investigación y la docencia en el ámbito de la Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación.

Las Editoras

LINE 1. Teaching and methodology / LÍNEA 1. Docencia y metodología.

Teaching methods, works and exercises in GRAPHIC EXPRESSION that reflect the teacher's mastery and skill, as well as their expertise in graphically representing the contents of their subject.

Métodos docentes, trabajos y ejercicios de EXPRESIÓN GRÁFICA que reflejen la maestría y destreza del docente, así como su pericia a la hora de representar gráficamente los contenidos de su materia.

	Pág.
GRAPHIC DESIGN IN THE COMUNICATION OF ARCHITECTURE PROJECTS. Considerations on targeted educational experiences. Chiara Vernizzi, Virginia Droghetti.....	20
INTEGRATION OF SYSTEMS THINKING IN THE GRAPHIC SUBJECTS OF THE TECHNICAL ARCHITECTURE AREA WITHIN THE BIM CONTEXT Jorge García-Valldecabres, Luis Cortés Meseguer, M.ª Concepción López González, Pablo Ariel Escudero.....	32
INTERNATIONAL OBSERVATORY AND COMPARATIVE EVALUATIONS ON URBAN AND ARCHITECTURAL HERITAGE INTEGRATED METHODOLOGIES FOR A KNOWLEDGE OF THE BRESCIA STATION. Ivana Passamani, Emanuela Chiavoni, Fabiana Carbonari, Vanessa Rosa Machado, Virginia Sgobba.....	44
UNFOLDING SPACE: LINES, PLANES AND ANGLES IN POP-UP. Smara Gonçalves Diez, Amparo Bernal López-Sanvicente	56
THE ROLE OF EMOTIONS IN DRAWING EDUCATION AND URBAN EXPLORATION. Gaia Leandri	67
BEYOND THE SCREEN: HAND-DRAWN LIFE REPRESENTATION IN THE AGE OF METAVERSE. Caterina Morganti, Cristiana Bartolomei	78
TEACHING INNOVATION IN GRAPHIC EXPRESSION: IMPLEMENTATION OF AUTOCAD CIVIL 3D® IN CIVIL ENGINEERING. Pablo Morato-Huerta, Manuel Morato-Moreno	89
COMPLEMENTARY LEARNING STRATEGIES FOR ARCHITECTURAL GRAPHIC EXPRESSION. Alba Soler Estrela, Beatriz Sáez Riquelme, Joaquín A. Martínez Moya, Manuel Cabeza González	102
CARTOGRAPHIC TECHNIQUES. DEVELOPMENT MODELS IN URBAN SPATIAL GROWTH. Francisco Maza Vázquez, Antonio Miguel Trallero Sanz	115
THE LINEAR PERSPECTIVE OF LECTURER TURNER. THE GEOMETRY OF THE SUBLIME. Pablo Jeremías Juan Gutiérrez	128

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

DOCUMENTATION AND REPRESENTATION OF THE MONUMENTAL COMPLEX OF THE PORT OF DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN.	
Zigor Iturbe-Martín, María Senderos-Laka, Amaia Casado-Rezola, Iñigo Leon-Cascante, Alexander Martín-Garín	140
3D SCANNING, PHOTOGRAMMETRY AND BIM METHODOLOGY IN THE TEACHING OF TECHNICAL PROJECTS.	
María Dolores Rincón Millán, Fernando Rico Delgado, María del Rosario Chaza Chimeno, José María Guerrero Vega	151
STRATEGIES IN TEACHING IN THE CONSTRUCTION AREA THROUGH GRAPHIC EXPRESSION.	
Enrique José Fernández Tapia, José A. Barrera-Vera, Juan L. Bermúdez-González, Manuel J. Carretero-Ayuso	162
THE RELEVANCE OF METHODOLOGIES AND RESOURCES IN GRAPHIC EXPRESSION SUBJECTS: INTEGRATION BETWEEN TRADITIONAL MODELS AND ACTIVE METHODOLOGIES.	
Álvaro Alonso Díez, Alexander Martín-Garín, Amparo Bernal López-Sanvicente, Ángel Rodríguez Sáiz	174
CHALLENGES IN TEACHING CAD APPLIED TO ARCHITECTURAL DRAWING IN FIRST-YEAR UNIVERSITY COURSES.	
Pablo Ariel Escudero, Renan Rolim, Patricio Orozco-Carpio, M. Concepción López González	184
THE GEOMETRY OF FORM IN DESCRIPTIVE GEOMETRY EDUCATION.	
Leonardo Baglioni, Marta Salvatore	195
VIRTUAL PAVILIONS AS A GRAPHICAL REPRESENTATION MEDIUM IN EXPERIMENTAL LEARNING ENVIRONMENTS.	
Carolina Carrasco Walburg, Matías Correa Díaz	206
TEACHING AND LEARNING: A PATH TO KNOWLEDGE, DOCUMENTATION AND VALORISATION OF 20TH CENTURY HISTORICAL THEATRES AND CINEMAS IN CATANIA	
Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia	217
THE VALUE OF GAME IN EDUCATIONAL PROCESSES AND IN THE ACQUISITION OF SKILLS RELATED TO THE REPRESENTATION OF GRAPHIC ARTEFACTS	
Valeria Cera, Ornella Formati	229
DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL SKILLS AND TRAINING IN VALUES, USING GRAPHIC EXPRESSION TOOLS APPLIED TO CONSTRUCTION AND THERMAL CULTURE IN THE ROMAN PERIOD	
Victor V. Fernández Bendito, Mercedes Valiente López	241
GEOMETRICAL LAYOUT OF THE CENTRAL TRUSS WITH LACED CARPENTRY OF THE CHURCH OF THE INMACULATE CONCEPTION IN CARAVACA DE LA CRUZ (REGION OF MURCIA, SPAIN)	
Pedro E. Collado Espejo	254
INFORMATION MODELING FOR DH EDUCATIONAL APPROACH.	
Emanuela Lanzara	267

LINE 2. Drawing and representation / LÍNEA 2. Trazo y representación.

Graphic process, alluding to the importance of the quality of what is represented.

Proceso gráfico, con alusión a la importancia de la calidad de lo representado.

	Pág.
PRECISION PHYSICAL PROTOTYPES: METHODOLOGY FOR THE ARCHITECTURAL REPRESENTATION OF CATHEDRALS THROUGH LASER SCANNING AND 3D PRINTING. David Moreno-García, Albert Samper Sosa	280
BEYOND GEOMETRY: PERSPECTIVE AS AN EXPRESSIVE RESOURCE IN THE PICTORIAL WORK OF THE ARCHITECT GUILLERMO PÉREZ VILLALTA. Tomás Pizá García, Antonio Fernández-Coca	291
MAPPING OF GUADALAJARA THROUGH THE GEOGRAPHICAL AND STATISTICAL INSTITUTE. Antonio Miguel Trallero Sanz, Francisco Maza Vázquez	303
THE OVAL SHAPE IN CLOISTER DESIGN: THE CASE STUDY OF THE CHURCH OF SANT ANTONI DE VIANA IN PALMA DE MALLORCA Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo, Antonio Fernández-Coca, Riccardo Miele	316
FROM MATTER TO GEOMETRY: GENERATIVE PROCESSES AND COMPOSITIONAL STRATEGIES IN THE COSMATIC ARCHITECTURE OF SALERNO CATHEDRAL. Sara Antinozzi, Marika Falcone	328
TRANSCRIPTIONS OF SPATIALITY AVANT-GARDE AND ARCHITECTURE. Starlight Vattano, Elena Bernardini	339
BEYOND THE SURFACE: PERUGINO AND THE CONSTRUCTION OF ARCHITECTURAL SPACE IN THE PANICALE FRESCO. Leonardo Baglioni, Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi	352
REFLECTING ON THE IDENTITY OF THE PLACE: EXPERIMENTAL REPRESENTATION OF A SMALL HISTORIC CENTRE. Greta Montanari, Andrea Giordano, Federica Maietti	364
FROM 3D PRINTER MODELS TO VIRTUAL MODELS AS DIDACTIC MATERIAL FOR THE TEACHING AND LEARNING OF PROJECT PLAN TEACHING AND LEARNING OF THE PRESENTATION OF PROJECT PLANS. Amparo Verdú-Vázquez, Inés Higuera Márquez, Denisse González Tardón, Mercedes Valiente López	372
THE SURVEY OF COMPLEX ENVIRONMENTS FOR IMMERSIVE REALITY PROJECTS USING GAUSSIAN SPLATTING: THE SALA TERRENA OF THE SCUOLA GRANDE DI SAN MARCO. Maurizio Perticarini, Francesca Condorelli, Andrea Giordano	385

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

THE GARISENDA TOWER SITE. REPRESENTATION AND TACTILE EXPERIENCE OF BOLOGNA AND ITS TOWERS. Giuseppe Amoruso, Polina Mironenko	394
CAVALIER AND MILITARY PERSPECTIVES FROM 3D: PYTHON SCRIPT FOR RHINOCEROS. Pau Natividad Vivó, Irene Isabel Cano López	405
APPLICATION OF 3D TECHNOLOGY TO CONSTRUCTION PROCESSES Amparo Verdú-Vázquez, Sandra Moyano Sanz, M ^a Carmen Sanz Contreras, Mercedes Valiente López	418
THE STAIRCASE WITH DIFFERENT TRAVEL PATH FLOWS. THEORETICAL MODELS AND COGNITIVE INVESTIGATIONS OF TWO EXAMPLES BUILT IN NAPLES. Vincenzo Cirillo, Margherita Cicala, Rosina Iaderosa, Domenico Iovane	431
THE USE OF AI IN INTERIOR RENOVATION PROJECTS FOR HOUSING. Concepción López González, Conxeta Romaní	443
FROM SYMBOLOGY TO SIGN: REPRESENTATION OF MEANINGS AND REINTERPRETATION OF THE GEOMETRIES OF THE MAUSOLEO SCHILIZZI. Simona Scandurra, Daniela Palomba	453
MEMORISING RUINS THROUGH DRAWING. THE BUILDING OF THE COOPERATIVA ELÉCTRICA DE CHILLAN (COPELEC) AND THE REINTERPRETATION OF ARCHETYPES Sandro Maino Ansaldo	466
THE USE OF COMICS AS A MEANS OF COMMUNICATION IN ARCHITECTURE. EXPERIENCES OF THE THEORY AND HISTORY OF REPRESENTATION IN ARCHITECTURE SUBJECT Sandro Maino Ansaldo, Matías Correa Díaz, Isis Zúñiga Campos	476
THE SURVEY OF COMPLEX ENVIRONMENTS FOR IMMERSIVE REALITY PROJECTS USING GAUSSIAN SPLATTING: THE SALA TERRENA OF THE SCUOLA GRANDE DI SAN MARCO. Maurizio Perticarini, Andrea Giordano	489
GIO PONTI AND THE LANGUAGE OF DESIGN: A COMPARISON OF VISUAL REPRESENTATION IN THE DESIGN PROCESS WITH 20TH CENTURY GRAPHIC PRACTICES. Alessandro Spennato	499
HISTORICAL STUDY AND GRAPHIC ANALYSIS OF THE OLD STABLES OF THE HERMITAGE OF THE VIRGIN OF GRACE OF VILA-REAL José Teodoro Garfella, María Jesús Mañez Pitarch	512
ENVELOPING DYNAMISM: GAUDÍ'S SCHOOLS. Juan Manuel Salmerón Núñez, Rafael García Sánchez	523
GRAPHIC REPRESENTATION IN THE DIGITAL AGE: POINT CLOUD INTEGRATION WITH BIM SOFTWARE Manuel Álvarez Dorado, Esteban González Gómez	535

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

LINE 3. Research and dissemination / LÍNEA 3. Investigación y difusión.

Research and dissemination of development and graphic study in building.

Investigación y difusión del desarrollo y estudio gráfico en edificación.

	Pág.
BRIDGING REALITY AND SIMULATION: LIDAR VS. PHOTOGRAMMETRY FOR FEM-READY BIM MODELS. Nayely Berenice Capetillo Ordaz, Amparo Bernal López-Sanvicente, Cristina Alonso-Tristán, Benoit Beckers	548
SALZILLO'S ANGEL AT THE TABERNACLE OF SANTA CLARA IN MURCIA: 3D MODELLING AND DISSEMINATION. Manuel Torres Picazo, Concepción de la Peña Velasco, Josefina García León	560
CREATIVE ASSISTANT FOR 3D-PRINTED HOME DESIGN. Rodrigo García Alvarado, Pedro Soza Ruiz	571
SURVEY OF MONTECASSINO ABBEY. INTERACTION BETWEEN MODELS. Leonardo Paris, Arturo Gallozzi, Maria Laura Rossi	583
DISCOVERING THE EPHEMERAL ARCHITECTURE OF SEVILLE'S FAIR GATES THROUGH QR CODES. Pablo Díaz Cañete, María del Valle García Soria, Daniel Antón García, María Luz Saracho Villalobos	596
FROM WIFI SPACE TO A SENSORY INCLUSIVE NATIVITY SCENE. Juan Saumell Lladó, Javier Sánchez Sánchez	609
RICARDO VELÁZQUEZ BOSCO AND GUADALAJARA. THE DUCHESS OF SEVILLANO. Antonio Miguel Trallero Sanz, Antonio Miguel Trallero Arroyo	623
COMPARATIVE STUDY OF VALENCIA CURTAIN DOORWAYS. Joaquín A. Martínez Moya, Alba Soler Estrela, Jaume Gual Ortí, María-Isabel Giner-García	637
FROM BIM MODEL TO AUTOMATED EXECUTION: INTEGRATION WITH 3D PRINTING IN CONSTRUCTION Rodrigo García Alvarado, Pedro Soza Ruiz, Fernando Pedreros Beltrán, Jaime Soto Muñoz, Paulina Wegertseder Martínez	650
TALavera DE LA REINA CERAMICS IN THE 16TH CENTURY. TILES ALTARPIECES OF THE BASÍLICA DEL PRADO. Josefina García-León, Pedro Miguel Jiménez Vicario, María del Mar Martínez Vidal, Fernando González Moreno	662
WATER PAVILION FOR THE INTERNATIONAL EXHIBITION IN LIEGE 1939: ORIGIN OF MODULAR ARCHITECTURE IN ANTONIO BONET CASTELLANA. José Domingo Magaña, Juan Fernando Ródenas García	675
VISUAL REPRESENTATION: ITS CONTRIBUTION TO THE CONSOLIDATION OF COLLECTIVE HISTORICAL MEMORY AND FIRE RISK MANAGEMENT IN BUILT HERITAGE. María del Carmen Menchero Vincench, María Concepción López González	687

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

THE DIGITISATION OF THE CORBEL OF THE SECOND BAY OF THE CHURCH OF SAN ANTONIO ABAD (VALENCIA) Paula Blanco Estévez	697
TERRESTRIAL LASER SCANNING AND PNOA SPATIAL DATA FOR THE ARCHITECTURAL SURVEY OF THE CHURCH OF SAN ANDRÉS APÓSTOL IN ADAMUZ (CORDOBA). Miguel Redondo Redondo, José María Guerrero Vega	708
FROM THE XI TO THE XXI CENTURY: DIGITALISATION, MODELING AND ANALYSIS OF THE CASTLE OF MONTEAGUDO. María Ángeles Hernández, Josefina García-León, Francisco José Sánchez Medrano	719
MOODBOARDS AND GENERATIVE AI: STRATEGIES FOR MANAGING ARCHITECTURAL IMAGERY. Simone Sanna, Sara Peña Fernandez, Pablo Cendon-Segovia, Noelia Galván Desvaux	731
ADVANCED AND ACCESSIBLE KNOWLEDGE: THE BALLISTIC IMPRINTS OF THE NORTHERN WALLS OF POMPEII. Claudio Formicola, Silvia Bertacchi, Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi	745
NOTES FOR AN ANALYSIS OF THE 19TH CENTURY CUBAN CEMETERY BASED ON ITS GRAPHIC REPRESENTATION. Yanier Madroñal Alfonso, Jorge Girbés Pérez	757
THE CHOICE OF COLOR IN THE DESIGN OF SWIMMING POOLS. Mercedes Valiente López, Jorge A. Aliendre Pérez, Sandra Moyano Sanz, Amparo Verdú Vázquez	772
EVOLUTION OF 3D MORTAR PRINTING APPLIED TO ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION. REAL CASE STUDY. Alireza Amirfiroozkoochi, Tomas Gil-Lopez, Mercedes Valiente López	786
ECHOES FROM THE SEA. DEFENSIVE ARCHITECTURES OF THE MEDITERRANEAN Marinella Arena, Sonia Mercurio, Víctor Antonio Lafuente Sánchez, Salah Haj Ismail	798
RAFAEL MONEO AND THE PERMANENCE OF ARCHITECTURE AT THE PILAR AND JOAN MIRÓ FOUNDATION IN MALLORCA Iria Gámez Couso	811
ARCHITECTURAL LINKS BETWEEN ANDALUSIA, THE CANARY ISLANDS AND LATIN AMERICA: THEIR INTERPRETATION IN FILM PRODUCTIONS. Ruth Pino Suárez, Julio César Pérez Hernández, José Antonio Barrera Vera	822
HELLENISTIC "HANDBOOKS" AND ARCHITECTURAL DESIGN IN THE ANCIENT WORLD. Alicia Roca, Francisco Juan-Vidal, Luca Cipriani, Filippo Fantini	832
AXONOMETRY IN SUPPORT OF DESIGN THINKING. FROM ANALOG DRAWING TO DIGITAL EXPERIMENTATION. Cecilia Santacroce, Maria Pompeiana Iarossi	843
VIRTUAL RECONSTRUCTIONS FOR RESEARCH AND DISSEMINATION. THE ARCHIEPISCOPAL CHAPEL OF SANT'ANDREA IN RAVENNA. Gianna Bertacchi, Luca Cipriani	854

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

THE SURVEY OF CERAMIC COVERINGS. SICILIAN SPIRES AND VALENCIAN DOMES IN COMPARISON. Gloria Russo, Mariateresa Galizia, Teresa Gil-Piqueras, Pablo Rodríguez-Navarro	865
GRAPHIC, FORMAL AND CONSTRUCTIVE ANALYSIS OF THE "ALMIZATE" OF THE CHURCH OF SANTIAGO EL MAYOR IN TOTANA (REGION OF MURCIA, SPAIN). Pedro E. Collado Espejo, Eulalia Martínez Segura	877
NOTES FOR AN 'ANALYSIS OF THE UNEXECUTED PROJECT' OF THE THIRD RIGHT SECTION OF THE GENERAL CEMETERY OF VALENCIA. Jorge Girbes Pérez, Yanier Madroñal Alfonso	889
UBIM GUIDELINE PROPOSAL: SAFETY AND HEALTH. Santiago Llorens Corraliza, Manuel Pérez Soriano	901
APPLICATION OF SMART GLASS IN ARCHITECTURE HOW TO PRESENT THIS KIND OF PROJECTS. Mehrnoush Kenarkouhi, Ana M. Martín Castillejos, Mercedes Valiente López	915
COMPUTATIONAL TOOLS FOR MODELLING MASONRY DOMES. Mara Capone, Gianluca Barile, Simona Scandurra	928
INTEGRATED MODELLING AND DIGITAL REPRESENTATION FOR DESIGN AND PRODUCTION. Alessandro Zuanni, Elena Bernardini, Alberto Cristofolini, Giovanna A. Massari, Oscar Roman	941
FRONTIERS OF SURVEYING FROM ARCHITECTURE AND KNOWLEDGE SYSTEMS FOR A CANDIDACY TO THE UNESC CREATIVE CITIES NETWORK. Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone, Marica Camerino	954
THE BIM METHODOLOGY AND ITS RELATIONSHIP WITH THE CIRCULAR ECONOMY. María Gloria del Río-Cidoncha, Rafael Ortiz-Marin, Alejandra Usabiaga-López, Jorge Juan Martínez-Del Río	966
PILAR DE CATÍ HERMITAGE: HISTORY AND DEVOTION IN THE COUNTRYSIDE SINCE THE 17TH CENTURY María Jesús Mániz Pitarch, Jose Teodoro Garfella Rubio	976
GIS AND BIM IN URBANISTIC MANAGEMENT PROCESS Adolfo Pérez Egea, Giulia Magnante, Josefina García León	987
ADVANCED SURVEYING TECHNIQUES FOR THE REHABILITATION AND ENHANCEMENT OF HISTORIC RESIDENTIAL ARCHITECTURE: THE CASE OF VILLA AMPARO Teresa Gil-Piqueras, Andrea Ruggieri, Pablo Rodríguez-Navarro	1000
DIGITAL SURVEY THROUGH 3D SCANNING OF THE MONUMENTAL ARCH OF BAB AS-SIQ IN PETRA WORLD HERITAGE SITE. Wang Yang, María José Viñals Blasco, Jorge Luis García Valldecabres	1011

XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING.
APEGA 2025

THE SINGULAR LATE-GOTHIC GYPSUM PORTALS OF THE CASTLE- PALACE OF GELDO (CASTELLÓN). GRAPHIC ANALYSIS.

María-Isabel Giner-García, Joaquín A. Martínez-Moya, Vincenzina La Spina 1022

GEOMETRIC ORNAMENTS ON THE FAÇADE OF THE MEXUAR OF THE ALHAMBRA.

Pablo Nestares Pleguezuelo, Raquel Nieto Álvarez 1035

THE MILL, TYPICALLY AN ARCHITECTURAL CARILLON

Sereno Innocenti 1048

DIGITALIZING DESIGN: PRESERVING AND SHOWCASING THE HISTORIC FURNITURE OF GILLOW & CO. THROUGH VIRTUAL MUSEALIZATION

Stefano Chiarenza, Aldo Renato Daniele Accardi, Andrea di Filippo, Rosalinda Inglisa, Maurizio Perticarini 1062



How to cite: Baglioni, L.; Salvatore, M.. THE GEOMETRY OF FORM IN DESCRIPTIVE GEOMETRY EDUCATION. Graphic thinking. Proceedings of XVII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING – APEGA CARTAGENA 2025. Cartagena, october 2, 3 and 4, 2025. pp. 195-205.

THE GEOMETRY OF FORM IN DESCRIPTIVE GEOMETRY EDUCATION

Leonardo Baglioni. Sapienza University of Rome

leonardo.baglioni@uniroma1.it

Piazza Borghese, 9, 00186 Rome, Italy.

Marta Salvatore. Sapienza University of Rome

marta.salvatore@uniroma1.it

Piazza Borghese, 9, 00186 Rome, Italy.

Abstract

This paper highlights the continued relevance of descriptive geometry in the education of architects and engineers, particularly in relation to controlling the generative processes of form in architecture and design.

Since the establishment of polytechnic schools in the 19th century, descriptive geometry has been a fundamental component of the cultural and technical training of architects and engineers. Monge's *Leçons*, delivered at the *Écoles Normales*, emphasized two foundational objectives: the representation of form and the synthetic study of geometric properties through drawing. Over time, the teaching of descriptive geometry has increasingly focused on graphical representation methods, often neglecting Monge's original principle of transitioning *from the known to the unknown*, an approach that underscored the heuristic value of drawing in analysing and understanding geometric properties.

For several years, the descriptive geometry school at Sapienza University of Rome has been promoting a renewal of this discipline, seeking to enhance its epistemic value by integrating geometric theories with digital representation methods.

This paper presents a decade of experimentation and testing of a teaching methodology aimed at imparting knowledge of the geometric properties of lines and surfaces and their impact - both historically and in contemporary practice - on the processes of static and kinematic form generation. The methodology is rooted in the concept of *construction*, as proposed by Loria, understood as an existential demonstration of geometric figures. This approach enables to operate within digital space combining geometric principle of theoretical form with the practice of design.

Keywords: Descriptive Geometry, Theories of Form, Digital Representation Methods, Teaching of descriptive geometry.



GEOMETRIE DELLA FORMA NELL'INSEGNAMENTO DELLA GEOMETRIA DESCRITTIVA

Leonardo Baglioni. Sapienza University of Rome

leonardo.baglioni@uniroma1.it
Piazza Borghese, 9, 00186 Rome, Italy.

Marta Salvatore. Sapienza University of Rome

marta.salvatore@uniroma1.it
Piazza Borghese, 9, 00186 Rome, Italy.

Abstract

Il contributo pone l'accento sul ruolo che l'insegnamento della geometria descrittiva assume ancora oggi nella formazione di architetti e ingegneri in relazione al controllo dei processi di genesi della forma in ambito architettonico e di design. Fin dalla fondazione ottocentesca delle scuole politecniche, l'insegnamento della geometria descrittiva ha fatto parte del bagaglio culturale di architetti e ingegneri. La raccolta delle *Leçon* date da Monge all'*École Normale* poneva l'accento su due obiettivi fondativi: la rappresentazione della forma e lo studio, con approccio sintetico e cioè attraverso il disegno, delle proprietà geometriche delle figure. Negli anni, la didattica della geometria descrittiva si è rivolta principalmente verso i metodi grafici della rappresentazione, trascurando quell'idea mongiana di passaggio dal "noto all'ignoto" che evidenziava il carattere euristico del disegno per l'analisi e la conoscenza delle proprietà geometriche delle figure.

Da diversi anni la scuola di geometria descrittiva della Sapienza di Roma è promotrice di istanze di rinnovamento di questa scienza, con l'obiettivo di valorizzarne gli aspetti conoscitivi, coniugando le teorie geometriche con i metodi della rappresentazione digitale.

Questo contributo racconta dieci anni di sperimentazione e collaudo di una metodologia didattica finalizzata all'insegnamento delle proprietà geometriche delle linee e delle superfici e delle ricadute che tali proprietà hanno avuto e ancora oggi hanno nei processi di genesi della forma progettata, statica e cinematica. La metodologia passa attraverso l'idea di "costruzione", come insegna Loria, come dimostrazione esistenziale delle figure, con cui operare nello spazio digitale coniugando le ragioni geometriche della forma teorica con la pratica del progetto.

Parole chiave: Geometria Descrittiva, Teorie della forma, Metodi digitali della Rappresentazione, didattica della geometria descrittiva.

1. Fondamenti didattici della geometria descrittiva

Il programma che introduce le *Leçons données à l'écoles Normales* date da Gaspard Monge nell'anno III della Repubblica enunciava gli obiettivi della geometria descrittiva, una disciplina allora nuova che avrebbe razionalizzato e conferito dignità di scienza ad un insieme di saperi che si erano sviluppati nel corso dei secoli. I principi fondativi di questa scienza si basavano su necessità di rinnovamento dell'istruzione pubblica, dettate da cambiamenti tecnologici e sociali e condizionate da una emergente produzione industriale, che alimentava la ricerca intorno alla rappresentazione accurata delle macchine e del prodotto. La geometria descrittiva intendeva fornire risposte operative a queste necessità, secondo un approccio capace di combinare arte e scienza alimentando la teoria in funzione delle applicazioni pratiche. Queste risposte vedevano nel disegno un linguaggio universale in grado di descrivere in maniera rigorosa la forma dei corpi e controllarne le rispettive proprietà geometriche (Monge, 1798). La formazione era l'ambito privilegiato di sperimentazione di questa scienza e, al principio, quella dei millecinquecento allievi scelti fra insegnanti, letterati e uomini di scienza provenienti da diversi dipartimenti del territorio francese per studiare, nel 1795, all'*École Normale* di Parigi, ai quali erano destinate le *Leçons* (Brisson, 1820). Istituita appunto per la formazione degli insegnanti nell'ambito di un piano di istruzione popolare, l'*école* fu attiva pochi mesi, ma lo spirito che ne aveva animato le lezioni sarebbe stato di ispirazione negli anni a seguire. Scrive Monge nel Programma:

«Cat art a deux objets principaux. Le premier est de représenter avec exactitude, sur des dessins qui n'ont que deux dimensions, les objets qui en ont trois, et qui sont susceptibles de définitions rigoureuse. Sous ce point de vue, c'est une langue nécessaire à l'homme de génie qui conçoit un projet, à ceux qui doivent en diriger l'exécution, et enfin aux artistes qui doivent eux-mêmes en exécuter les différentes parties.

Le second objet de la géométrie descriptive est de déduire de la description exacte des corps tout ce qui suit nécessairement de leurs formes et de leurs positions respectives. Dans ce sens, c'est un moyen de rechercher la vérité; elle offre des exemples perpétuels du passage du connu à l'inconnu; et parce qu'elle est toujours appliquée à des objets susceptibles de la plus grande évidence, il est nécessaire de la faire entrer dans le plan d'une éducation nationale. [...]» (Monge, 1798)

Gli obiettivi dichiarati da Monge, che caratterizzano l'esordio e lo sviluppo di questa scienza, pongono al centro il disegno in una duplice accezione: quella di un linguaggio per descrivere in maniera esatta le forme dello spazio a tre dimensioni; quella di uno strumento per conoscere le proprietà geometriche delle figure. Nelle *Leçons*, che costituiscono di fatto il primo trattato a stampa sulla geometria descrittiva nel quale questa scienza sia stata considerata come una teoria generale (Corridi, 1838), che dovevano apparire come dispense agli occhi degli allievi dell'*école*, il disegno è motore di un circolo virtuoso vocato alla ricerca della verità attraverso il passaggio continuo, così commenta Monge, "dal noto all'ignoto". Tanto criptico quanto affascinante, questo "passaggio" tributa al disegno il ruolo conoscitivo che gli è proprio, e cioè la capacità di derivare per via sintetica, e perciò grafica, le proprietà geometriche delle figure. Il rapporto fra teoria e applicazioni è trainante in questa impostazione, che vede nell'elaborazione di una teoria la conseguenza naturale alla soluzione di problemi pratici (Figg. 1-2).

Come osserva Joël Sackarovitch nella sua ampia disamina intorno a questa disciplina "rivoluzionaria", pubblicata alla fine degli anni Novanta in *Épures d'architecture*, la geometria descrittiva permetteva a Monge di coniugare matematica e disegno conferendo, a quest'ultimo, l'universalità della scienza (Sackarovitch, 1998).

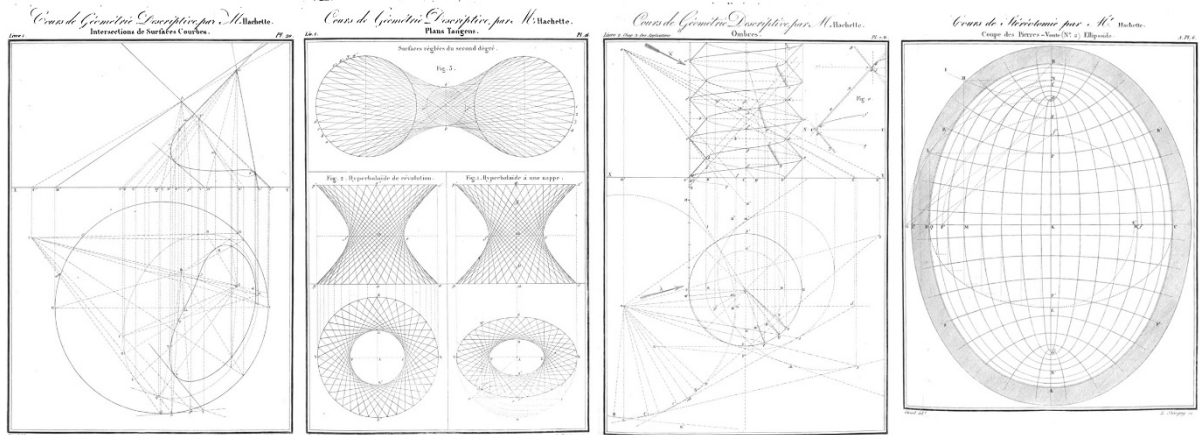


Fig. 1. Jean Nicolas Pierre Hachette, *Traité de géométrie descriptive, comprenant les applications de cette géométrie aux ombres, à la perspective et à la stéréotomie*, deuxième édition, Paris 1828, Pl. 6, 7, 20.

L'École Politechnique, istituita a Parigi nel 1794 divenne un modello ispiratore, e l'insegnamento della geometria descrittiva si affermò progressivamente nelle scuole di ingegneria di numerosi paesi dell'Europa continentale (Sackarovitch, 1998). Il rinnovamento ottocentesco della cultura tecnico-scientifica alimentò la ricerca in quest'ambito nel corso di tutto l'Ottocento e la geometria descrittiva continuò a suscitare interesse, tanto come scienza, quanto come materia d'insegnamento, fino ai primi vent'anni del Novecento (Loria, 1921). Articolato in teoria e applicazioni, facce della stessa medaglia talvolta combinate in un medesimo corso, l'insegnamento della geometria descrittiva permane nelle scuole di architettura e ingegneria per tutto il Novecento fino ad arrivare ai giorni nostri dove, in forma più o meno estesa, continua a costituire un tassello fondativo della formazione di base degli studenti delle facoltà di architettura e ingegneria.

Eppure, se si guarda indietro ad un passato piuttosto recente, la geometria descrittiva sembra avere preso progressivamente le distanze dagli obiettivi che ne avevano animato la fondazione. La seconda metà del secolo scorso mostra un progressivo allontanamento dalle applicazioni, privilegiando in alcuni contesti un'astrazione matematica che allontanava dalle esigenze del progetto. A questo distacco si aggiungeva il progressivo accantonamento dello studio per via sintetica, e cioè attraverso il disegno, delle proprietà geometriche delle figure, riducendo la didattica della geometria descrittiva all'insegnamento prevalente dei metodi della rappresentazione. Quest'ultimo vissuto, in particolare, appartiene agli architetti di una generazione recente che, allora studenti, vedevano affacciarsi una rivoluzione digitale che avrebbe ancora una volta condizionato la maniera di intendere la scienza della rappresentazione.

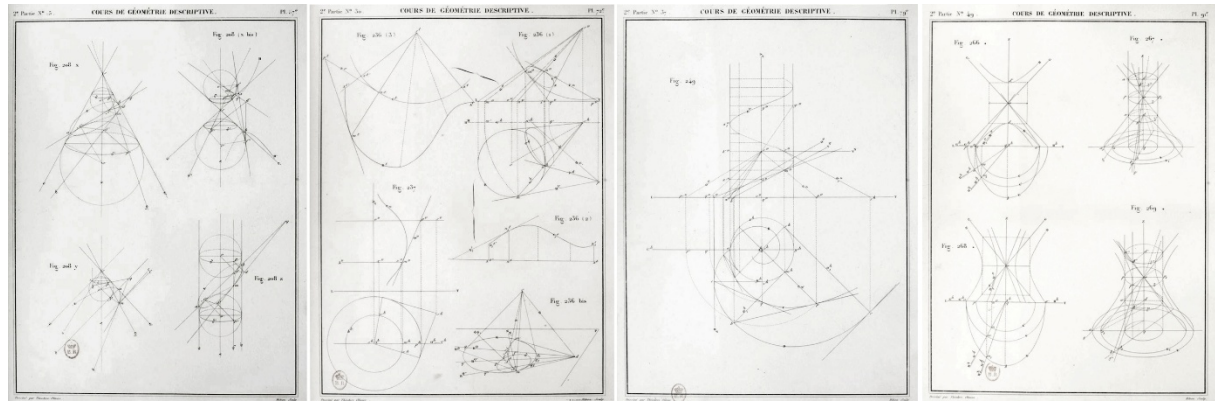


Fig. 2. Theodore Olivier, *Cours de géométrie descriptive*, Paris 1844-45, Pl. 57, 72, 79.

2. La scuola romana e il rinnovamento della geometria descrittiva nell'era digitale

La scuola romana di geometria del primo Novecento si fondava sugli insegnamenti di matematici di grande statura, come Francesco Severi ed Enrico Bompiani. All'epoca le cattedre erano distinte: la Geometria descrittiva da un lato, le Applicazioni dall'altro, e disgiunti erano gli orientamenti didattici. L'attenzione alle applicazioni e alla storia della geometria descrittiva vedeva contrapposta l'idea di una disciplina tanto dotta quanto astratta, lontana dalle esigenze del progetto. Negli anni in cui la nostra scienza andava incontro ad una rapida obsolescenza, Severi, allora Rettore della Sapienza, scelse il corso di *Applicazioni della geometria descrittiva* nella Facoltà di Architettura, rilanciandone la vitalità attraverso una prospettiva storica e attraverso l'attenzione appunto alle sue applicazioni (Migliari, 2001). Era il 1923. La raccolta delle sue lezioni ad opera di Michele Campanella lascia una testimonianza preziosa di questo approccio (Fig. 3) (Campanella, 1936). Questa impostazione culturale veniva accolta anni dopo da Orseolo Fasolo, che assumeva l'insegnamento delle Applicazioni nel 1966. Razionale e pratica, la geometria descrittiva di Fasolo coniugava il disegno con la storia e si fondava sulla ricerca delle motivazioni della teoria nel problema pratico dal quale questa era scaturita. «Bisogna trasformare i disegni in cose e le cose in disegni» (Migliari, 2001), sosteneva, e ad approfondire i passaggi di questo passato recente è Riccardo Migliari, allievo di Orseolo Fasolo ed erede della sua scuola, in un saggio pubblicato nel 2001 dal titolo *L'insegnamento della Geometria Descrittiva e delle sue applicazioni* (Migliari, 2001). Il contesto culturale di quegli anni fu denso e ricco di molteplici sviluppi, ma l'aspetto che vorremmo mettere in evidenza in questa occasione, che scaturisce da questi insegnamenti, riguarda appunto l'attenzione agli aspetti operativi della geometria descrittiva, quegli aspetti che avvicinano i fondamenti teorici della disciplina alla pratica del progetto, e che appaiono fondativi, oggi come allora, per coloro che intendono gestire le forme nello spazio.



Fig. 3. Lezioni di geometria descrittiva di F. Severi dall'analogico al digitale (elaborazione degli autori).

Il mezzo è la *costruzione*. Nel capitolo X dei *Metodi matematici* del 1935 Gino Loria introduce il concetto di "costruzione come metodo di dimostrazione esistenziale delle figure", metodo che opera attraverso l'esercizio del disegno (Loria, 1935). Ancora la costruzione era il motore che animava nel primo decennio del nostro secolo le istanze di rinnovamento della geometria descrittiva, reclamate nell'ambito della rappresentazione, dall'ormai consolidata rivoluzione digitale. La storia recente di questa scienza ricorda come l'introduzione della rappresentazione digitale avviata nel corso degli anni Ottanta del secolo scorso abbia mandato in crisi la geometria descrittiva e il suo insegnamento. Intorno agli anni duemila la diffusione dei software CAD aveva indotto molti a credere che il disegno automatico rappresentasse l'evoluzione naturale di questa scienza o che potesse essere addirittura sostitutivo dei suoi fondamenti teorici, sancendone in via definitiva l'obsolescenza.

L'incertezza durò poco. La possibilità di descrivere le forme nello spazio digitale con livelli di accuratezza estremamente elevati consentiva infatti l'esplorazione dello spazio a tre dimensioni.

L'idea di costruzione oltrepassava i confini della rappresentazione analogica nel piano, rivelando, con rinnovato vigore, il valore euristico del disegno.

A distanza di circa un quarto di secolo dall'avvento del digitale, piuttosto che parlare di crisi della geometria descrittiva, si vedeva un'opportunità di rinnovamento. Questa idea di rinnovamento è stata avviata, nel contesto romano, circa quindici anni fa, da Riccardo Migliari insieme ai suoi allievi, con un nutrito gruppo di docenti coinvolti a livello locale e nazionale (Migliari, De Carlo, Inzerillo, Corazzi & Cocchiarella, 2008) (Migliari, 2009).

La sfida più grande consisteva nel coniugare i fondamenti teorici della disciplina con le potenzialità date dai nuovi strumenti della rappresentazione digitale, aprendo la strada a un dialogo fertile tra conoscenza storica, consapevolezza teorica e capacità di calcolo. Questa prospettiva risolveva ogni forma di ambiguità; la geometria descrittiva non veniva superata dal CAD, ma ne diventava l'interprete consapevole, capace di guidarne l'utilizzo con presupposti scientifici e logici. Ma soprattutto, la rappresentazione digitale permetteva alla geometria descrittiva di fare un salto di scala, operando con le costruzioni nello spazio tridimensionale con livelli di accuratezza mai raggiunti sino ad allora, inaugurando una stagione ancora in essere, che vedeva nella conquista dello spazio un ambito fertile di molteplici sperimentazioni. L'idea portante di "costruzione come dimostrazione esistenziale" della forma rinnovava, operando nello spazio digitale tridimensionale, gli obiettivi fondativi della disciplina, che risultavano, e ancora oggi risultano, decisamente attuali. L'adozione degli strumenti digitali aumentava infatti l'accuratezza delle rappresentazioni e semplificava in termini procedurali la soluzione dei problemi, come appare evidente se per esempio pensiamo ad operazioni come il ribaltamento di una figura piana per la conoscenza della sua vera forma o come il calcolo in tempo reale del chiaroscuro. In quest'ottica, il primo obiettivo mongiano, e cioè la rappresentazione della forma, oltrepassava le aspettative. La rappresentazione tridimensionale delle figure portava a considerare gli strumenti della rappresentazione digitale in ragione del tipo di descrizione adoperata per la costruzione delle linee e delle superfici. Questa maniera di operare portava all'integrazione dei metodi grafici della rappresentazione con due metodi sperimentali, digitali, strutturati in funzione della descrizione continua oppure discreta della forma.

L'aspetto più significativo di questo rinnovamento riguardava piuttosto il secondo obiettivo, quello che interessa il già citato "passaggio dal noto all'ignoto" e che sottolinea la funzione euristica del disegno come mezzo per esplorare e scoprire nuove proprietà. In questa prospettiva, il digitale ha rappresentato una nuova apertura. Come il cannocchiale per l'astronomia o il microscopio per la biologia, i nuovi strumenti digitali non si limitavano a "vedere meglio", ma permettevano di vedere ciò che prima non era visibile, rendendo il disegno uno strumento cognitivo estremamente potente. In questo contesto l'idea di costruzione rivelava tutto il suo valore conoscitivo. Le formalizzazioni astratte e rigorose che si sviluppano nel mondo ideale della geometria, atte a descrivere, analizzare e generare forme nello spazio, mantengono una profonda aderenza alle trasformazioni e ai procedimenti realizzabili nello spazio reale. La costruzione diviene un metodo generativo che incarna una forma di conoscenza operativa, in grado di dimostrare l'esistenza e la coerenza di un oggetto geometrico attraverso la sua genesi. Questo concetto appare evidente se pensiamo per esempio alla genesi delle linee luogo geometrico come un'ellisse. Descritta come l'insieme dei punti del piano la cui somma delle distanze da due fuochi è costante, questa curva può essere costruita mediante una funicella fissata a due chiodi, dimostrando come la costruzione in questione, non sia una semplice rappresentazione, ma la manifestazione materiale della sussistenza di una proprietà geometrica della curva. In questo senso, la digitalizzazione ha trasformato radicalmente le modalità di costruzione della forma. Lo strumento digitale, attraverso l'uso di ambienti parametrici e generativi, consente di esplicitare le relazioni tra gli elementi geometrici e di modificare dinamicamente le condizioni iniziali, rendendo visibili — e quindi esplorabili — interi domini di soluzioni formali. Costruire digitalmente significa dunque codificare relazioni, implementare regole, simulare vincoli, e infine visualizzare, in tempo reale, gli effetti che ne derivano. È una costruzione

che non si limita alla restituzione di una forma, ma che rivela la struttura logica della sua genesi, permettendo un accesso profondo al comportamento geometrico delle configurazioni. La costruzione della forma nello spazio digitale si configurava quindi come una prosecuzione, in ambiente virtuale, della pratica costruttiva reale. Questa conservava e al tempo stesso estendeva, quella tradizione della geometria descrittiva in cui la costruzione è, prima di tutto, un atto conoscitivo.

3. Il rinnovamento della didattica e il consolidamento di un'idea

Le istanze di rinnovamento che hanno animato la ricerca hanno avuto ricadute significative in ambito didattico, portando a interrogarsi sul significato attuale dell'insegnamento della geometria descrittiva nelle scuole di Architettura e Ingegneria. L'obiettivo è stato quello di ristabilire un equilibrio tra l'insegnamento dei metodi della rappresentazione — ampliati oggi dai più recenti strumenti digitali — e lo studio sintetico, e quindi visuale, delle proprietà geometriche delle figure. Quest'ultimo aspetto, in particolare, assume un ruolo centrale nell'ambito di una formazione che intende educare alla lettura critica delle geometrie dell'esistente e alla consapevolezza geometrica necessaria alla definizione degli algoritmi di genesi della forma progettata.

Da circa dieci anni a questa parte, all'interno dei corsi di *Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva* della *Facoltà di Architettura* della Sapienza di Roma, sperimentiamo una metodologia didattica che combina i principi teorici fondativi delle geometrie della forma con la pratica del progetto attraverso i metodi della rappresentazione digitale (Figg. 4 -5). Gli studenti si confrontano con le proprietà geometriche delle linee e delle superfici, luogo geometrico o di forma libera, analizzandone le proprietà per via sintetica, e cioè attraverso la loro costruzione digitale nello spazio. L'impianto teorico muove dallo studio dei poliedri regolari, semiregolari e quasiregolari, come le geodetiche, per estendersi a classi di linee e superfici particolarmente impiegate nell'ambito dell'architettura storica e contemporanea e nell'ambito del design. Sono approfondite in particolare le curve piane e sghembe, algebriche e trascendenti, luogo geometrico e di forma libera, le loro proprietà geometriche e differenziali. Fra queste, per citarne alcune, le coniche, le spirali piane e sghembe, le eliche, le lossodromie, le linee di curvatura. Parimenti sono approfondite le superfici curve e a doppia curvatura e le loro proprietà geometriche e differenziali. Gli studenti si confrontano, fra le altre, con superfici luogo geometrico come le quadriche, le rigate, le

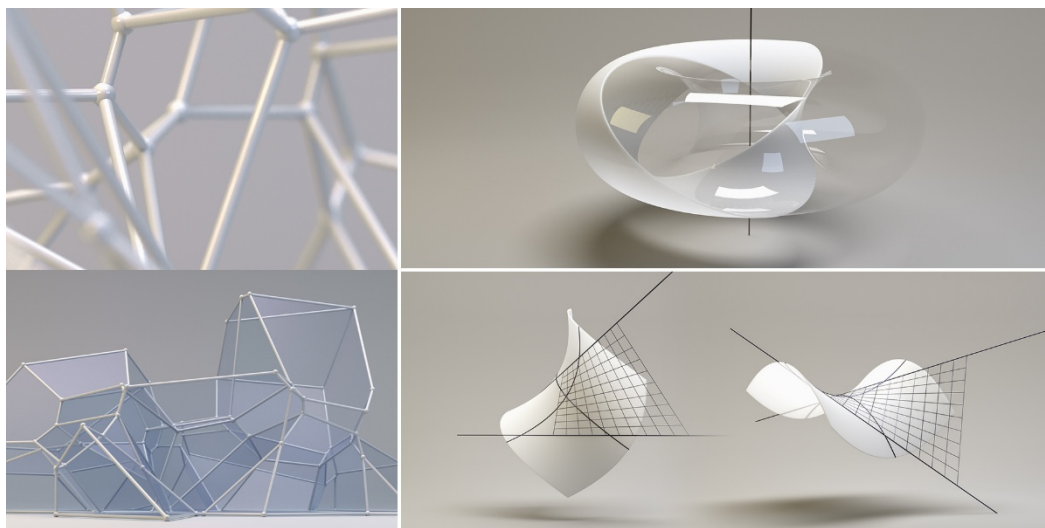


Fig. 4. Il metodo sintetico digitale per lo studio della forma: dai poliedri di Voronoi alle superfici (elaborazione degli autori).

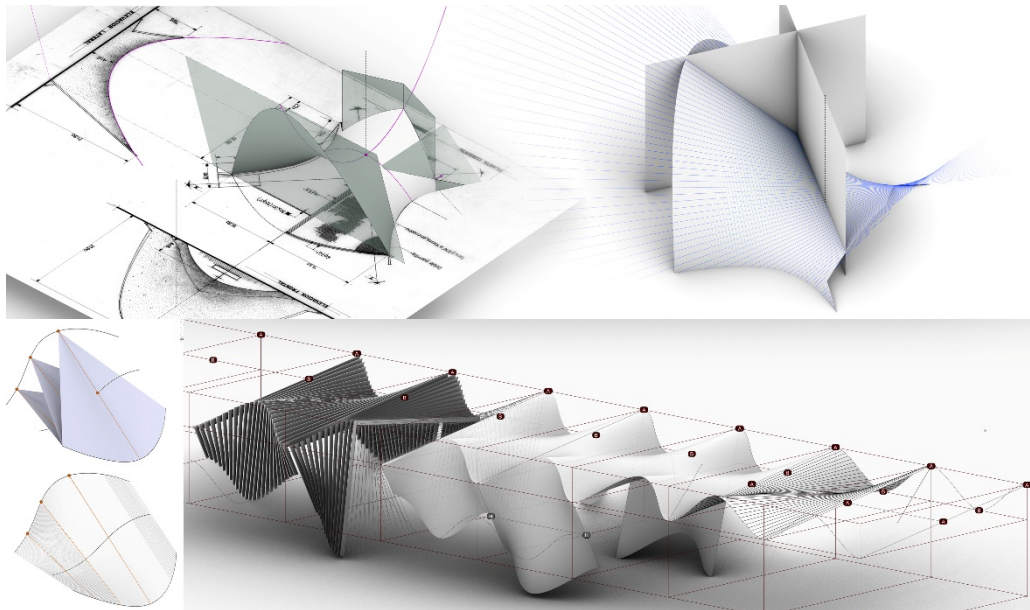


Fig. 5. Il metodo sintetico digitale per lo studio della forma: le superfici rigate in architettura (elaborazione degli autori).

sviluppati, le superfici elicoidali, le superfici di forma libera. La teoria trova riscontro diretto nella pratica. Le proprietà studiate vengono sperimentate attraverso la lettura critica di un repertorio di modelli che appartengono tanto al repertorio classico delle forme dell'architettura, come i sistemi voltati o gli ordini architettonici, quanto al repertorio dell'architettura contemporanea, sino all'analisi di casi particolari di geometrie che muovono le architetture cinetiche. I modelli teorici riferibili alle proprietà geometriche degli enti analizzati trovano riscontro in altrettanti modelli, che vedono nella definizione del proprio algoritmo generativo una ricaduta diretta di tali proprietà.

Nell'ottica di un processo sinergico che pone al centro la costruzione digitale di modelli teorici e di modelli riferibili alle applicazioni, l'insegnamento della geometria descrittiva non può prescindere da un confronto diretto con i principi teorici alla base delle tecniche di modellazione digitale affinché queste ultime non rimangano semplici strumenti operativi, ma assumano la dignità di metodi digitali della rappresentazione. In tale contesto, l'introduzione sistematica delle superfici *NURBS*, delle superfici poligonali di tipo *mesh* e delle *subD* rappresenta un'opportunità per ampliare il repertorio di strumenti della disciplina capaci oggi di descrivere la forma, promuovendo un dialogo attivo con la modellazione digitale avanzata e con la geometria computazionale (Fig. 6). Superfici rigate, quadriche e costruzioni proiettive tradizionali trovano oggi nuovi significati se interpretate alla luce delle potenzialità descrittive offerte dai modelli digitali. In particolare, le superfici *NURBS* costituiscono un ponte teorico e formale tra il patrimonio geometrico classico e la modellazione contemporanea: la loro capacità di rappresentare curve e superfici intese sia come luoghi geometrici, sia come forme libere, le rende uno strumento privilegiato per la definizione di un linguaggio geometrico aggiornato. Ne deriva un approccio didattico che non si limita a una semplice trasposizione digitale della geometria descrittiva, ma promuove un dialogo critico tra metodi analogici e digitali che stimola una riflessione più ampia sui fondamenti teorici della forma e sulla sua rappresentazione nello spazio, contribuendo alla formazione di una nuova consapevolezza progettuale.

Alcune esemplificazioni su temi differenti aiutano ad inquadrare questo approccio. Fra i vari ambiti di approfondimento di cui si è detto, il concetto di disegno come costruzione si rivela particolarmente efficace nell'affrontare un tema di rilevanza storica e scientifica come per esempio quello dei poliedri. Questi solidi, oggetto di indagine e riscoperta nel corso dei secoli, incarnano una relazione paradigmatica tra forma, spazio e logica costruttiva. Le esperienze condotte nei corsi



Fig. 6. La costruzione della forma libera con le subD (elaborazioni della studentessa Lucrezia Di Marzio).

universitari hanno dimostrato come la costruzione digitale dei poliedri regolari possa costituire un potente strumento di esplorazione conoscitiva e progettuale. Il percorso didattico prende avvio con un'introduzione storica e teorica, che attraversa la tradizione geometrica dalla Grecia classica (Platone, Euclide, Archimede), proseguendo con i poliedri concavi di Keplero e i relativi duali di Poincot, fino alle più recenti formalizzazioni matematiche delle strutture di Weaire–Phelan. Questa cornice teorica si traduce in un'attività laboratoriale, nella quale lo sviluppo piano dei poliedri regolari rappresenta il punto di partenza per la loro costruzione tridimensionale (Fig. 7). Operazioni semplici ma rigorose, come la disposizione spaziale di dodici pentagoni regolari per generare un dodecaedro, riproducono fedelmente le procedure costruttive fisiche e, al contempo, aprono a un'indagine più approfondita della forma. L'approccio digitale, rispetto a quello analogico tradizionale, introduce un'importante inversione metodologica: non si parte più da conoscenze geometriche pregresse necessarie alla rappresentazione della forma (ad esempio, la relazione aurea tra gli spigoli del dodecaedro e quelli del cubo circoscritto), ma è attraverso la costruzione digitale che si accede progressivamente all'analisi delle proprietà strutturali del solido. Strumenti digitali consentono misurazioni precise, simulazioni dinamiche e confronti diretti tra proprietà geometriche, trasformando il laboratorio virtuale in un ambiente di sperimentazione attiva.

In questo contesto, i poliedri regolari rappresentano solo un punto di partenza. Gli studenti vengono guidati nell'esplorazione di famiglie derivate, come i tredici poliedri semiregolari ottenuti per sezionamento dei solidi platonici, o nella comprensione delle dualità geometriche che li legano ai poliedri catalani, con particolare attenzione alle condizioni di simmetria e tangenza rispetto alla sfera che circoscrive il duale archimedeeo. L'indagine si estende inoltre alle configurazioni di ricoprimento spaziale, valutando, ad esempio, come il dodecaedro rombico o combinazioni tra poliedri regolari e semiregolari possano riempire lo spazio secondo criteri di tassellazione. Queste

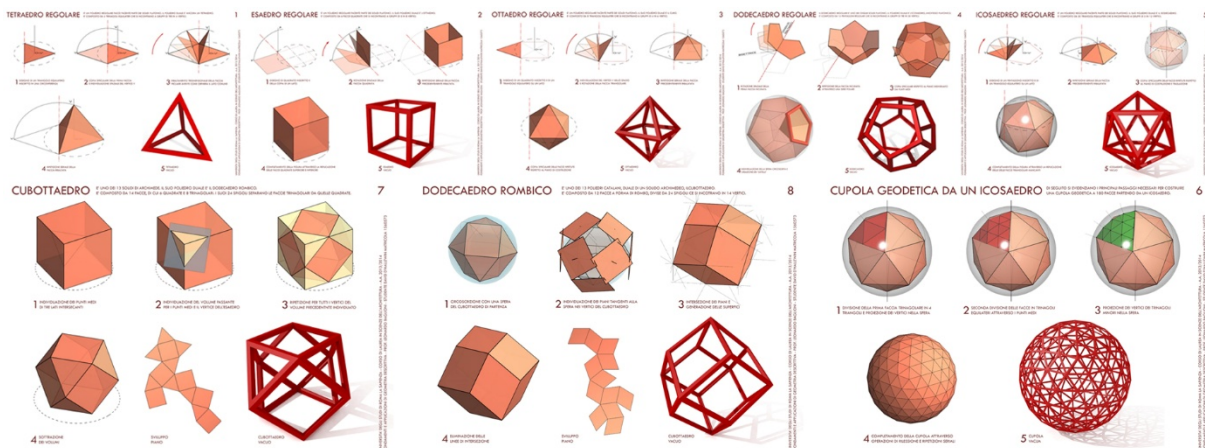


Fig. 7. La costruzione dei poliedri (elaborazioni dello studente David D'Hallewin).

esperienze non solo si configurano come strumenti didattici avanzati, ma rappresentano veri e propri ponti tra la geometria teorica e la progettazione reale, con ricadute applicative nella

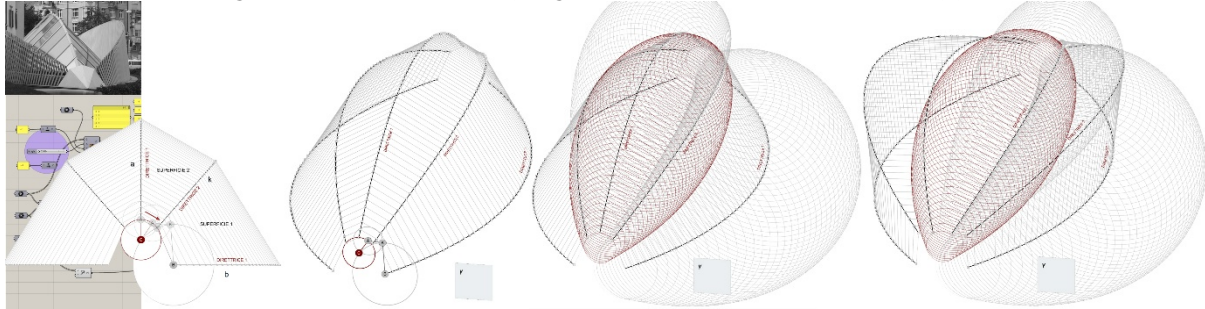


Fig. 8. La costruzione delle rigate cinetiche (elaborazioni della studentessa Alessandra Natale).

modellazione architettonica e nella prototipazione strutturale. Un esempio emblematico è offerto dalle strutture geodetiche, concepite geometricamente come poliedri quasiregolari derivanti da trasformazioni spaziali dei solidi platonici e semiregolari, che trovano applicazione concreta nella progettazione di cupole leggere.

Nella medesima ottica si inserisce lo studio della geometria delle superfici, scelte in funzione delle proprietà che ne hanno determinato la fortuna in ambito architettonico e di design. Fra queste assumono particolare rilievo le rigate e le sviluppabili, con le quali gli studenti si confrontano a partire dagli insegnamenti dati da Monge e dagli allievi della sua scuola, mettendo a fuoco differenze e analogie attraverso la costruzione dei rispettivi processi di genesi. Gli studenti imparano a riconoscere una sviluppabile come luogo delle tangenti ad uno spigolo di regresso e a considerare le superfici rigate in funzione delle tre direttrici curve o rette, proprie o improprie, alle quali si appoggiano, secondo un percorso di analisi che, come insegna Fano, dalla genesi di una rigata generica arriva al caso particolare delle quadriche rigate. L'esercizio della costruzione dei modelli teorici porta al confronto con le applicazioni del repertorio classico della geometria descrittiva, come la stereotomia della pietra e la costruzione degli ingranaggi, e con le applicazioni contemporanee, attraverso la ricostruzione digitale dei processi di genesi di opere di grandi maestri come Pier Luigi Nervi, Felix Candela o Santiago Calatrava. Le rigate a piano direttore in particolare sono occasione di confronto con il cinematismo, espressione e immagine del concetto di luogo geometrico, che vede nel processo di genesi della forma il presupposto generativo del movimento e nella scrittura parametrica degli algoritmi generativi l'esplorazione dinamica delle configurazioni possibili (Fig. 8). Altrettanto rilevante è il confronto con le superfici quadriche, fondamento teorico per l'analisi dei sistemi voltati, antichi e moderni. La costruzione dei processi di genesi e la derivazione per via sintetica delle rispettive proprietà traduce in linguaggio visuale le proprietà di simmetria di queste superfici, allenando alla capacità di riconoscimento delle coniche generate dalle loro sezioni piane, come anche delle coniche e delle quartiche generate dalle loro rispettive intersezioni.

In questa prospettiva, il laboratorio digitale non è soltanto uno spazio per la verifica sperimentale, ma si delinea come una vera e propria officina di scrittura progettuale. La capacità di leggere e interpretare la forma attraverso le sue proprietà geometriche diventa volano per lo sviluppo controllato dell'esercizio progettuale. È infatti proprio nel dialogo continuo tra lettura e scrittura della forma che si consolida quella alfabetizzazione visiva e geometrica che consentirà al futuro progettista di riconoscere, immaginare e manipolare forme complesse in modo consapevole e rigoroso.

4. Verso le nuove sfide della geometria descrittiva

Le trasformazioni della geometria descrittiva nel corso della sua storia mettono in evidenza il carattere dinamico di questa scienza che, viva, attualizza i principi fondativi del suo insegnamento secondo le rinnovate esigenze del progetto accogliendo strumenti della rappresentazione all'avanguardia. Concepita in una fase di cambiamento tecnologico e sociale, la geometria descrittiva ha ricevuto nuovo vigore dalla rivoluzione digitale e si prepara, oggi, ad una nuova sfida, che sta portando ad interrogarsi sul contributo che può dare l'intelligenza artificiale nei processi di genesi e di ottimizzazione della forma progettata. Ancora una volta al centro del dibattito c'è il "passaggio dal noto all'ignoto", attuale, oggi più che mai.

L'introduzione della rappresentazione digitale ha dimostrato come la geometria descrittiva non sia stata superata, ma sia diventata un'interprete consapevole degli strumenti computazionali e capace di guidarne l'uso con rigore teorico e chiarezza metodologica. Analogamente, nell'era dell'intelligenza artificiale, diventa urgente riaffermare la centralità della consapevolezza scientifica: l'uso di strumenti intelligenti per la generazione e manipolazione delle forme non può prescindere da una profonda comprensione delle logiche geometriche e costruttive che le sottendono. In questo contesto, la geometria descrittiva si propone come linguaggio fondativo capace di mediare tra intuizione e computazione, tra visione storica e innovazione. Coltivare tale consapevolezza significa fornire alle nuove generazioni di progettisti non solo strumenti operativi, ma una chiave interpretativa della realtà spaziale e una capacità critica necessaria a interagire in modo attivo e responsabile con i processi generativi governati da algoritmi di intelligenza artificiale dimostrando, ancora una volta, come questa scienza non appartenga al passato ma conservi un ruolo centrale nel dialogo tra forma e progetto.

References

- Brisson, M. (1820). *Géométrie descriptive* par G. Monge. Quatrième édition, augmentée d'une théorie des ombres et de la perspective, extraite des papiers de l'auteur. Paris: Mme Ve Courcier, Imprimeur-libraire pour les sciences, V.
- Campanella, M. (1936). *Applicazioni di geometria descrittiva*. Appunti ad uso degli studenti. Roma: Casa editrice Castellani.
- Corridi, F. (1838). *Trattato di geometria descrittiva di G. Monge, con l'aggiunta d'una tecnica delle ombre e della prospettiva estratta dalle lezioni inedite dell'autore a cura del sign. Brisson*. Prima versione italiana. Firenze: per Ricordi e Compagno, 15-16.
- Loria, G. (1921). *Storia della geometria descrittiva*. Milano: Ulrico Hoepli.
- Loria, G. (1935). *Metodi matematici*. Milano: Ulrico Hoepli, 77.
- Migliari, R. (2001). *L'insegnamento della Geometria Descrittiva e delle sue applicazioni*. In V. Franchetti Pardo (Ed.), *La Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" dalle origini al duemila-Discipline, Docenti, Studenti*, (pp. 277-288). Roma, Italia: Gangemi Editore.
- Migliari, R. (Ed.). (2009). *Geometria descrittiva*. Voll. I-II. Roma: Gangemi.
- Migliari, R., & De Carlo, L., & Inzerillo, M., & Corazzi, R., & Cocchiarella, L. (2008). *Un manifesto per il rinnovamento della geometria descrittiva*. In B. Aterini, R. Corazzi (Ed.), *La geometria tra didattica e ricerca* (pp. 188-192). Firenze: Dipartimento di Progettazione dell'Architettura.
- Monge, G. (1798). *Géométrie descriptive. Leçons données aux écoles normales, l'an 3 de la République; par Gaspard Monge, de l'institut national*. Paris: Baudouin, 1-4.
- Sackarovitch, J. (1998). *Épures d'architecture. De la coupe des pierres à la géométrie descriptive*. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 267-289.