

Scale grafiche composte nella trattatistica militare europea del XVII secolo. Analisi grafica e interpretazione

*Original*

Scale grafiche composte nella trattatistica militare europea del XVII secolo. Analisi grafica e interpretazione / Giorgio Bevilacqua, Marco; Spallone, Roberta. - (2024), pp. 298-302. ( Horizontes gráficos - XX Congreso Internacional EGA Porto (PRT) 27 28 29 de mayo de 2024).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2989209 since: 2024-06-01T17:56:48Z

*Publisher:*

Universidade da Coruña

*Published*

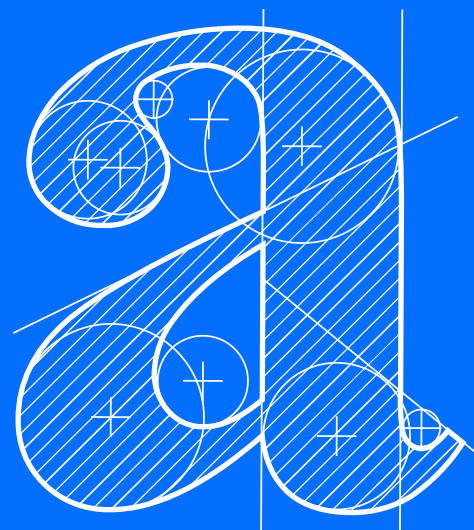
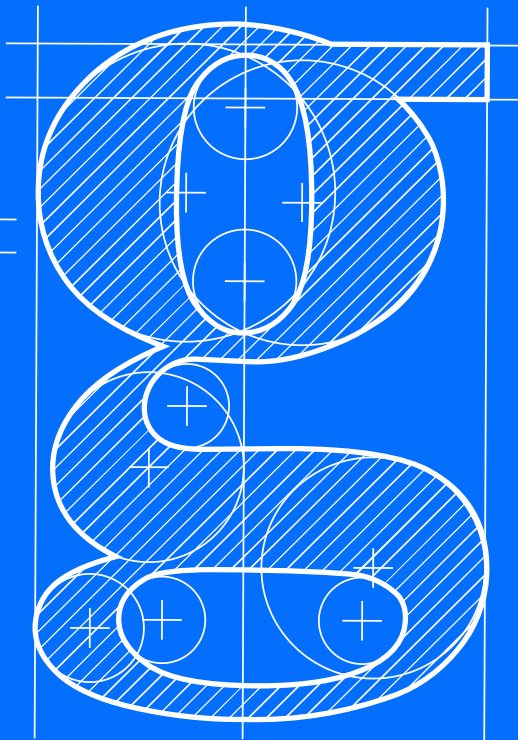
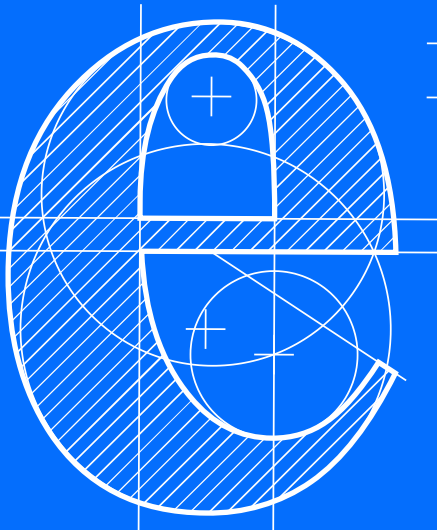
DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

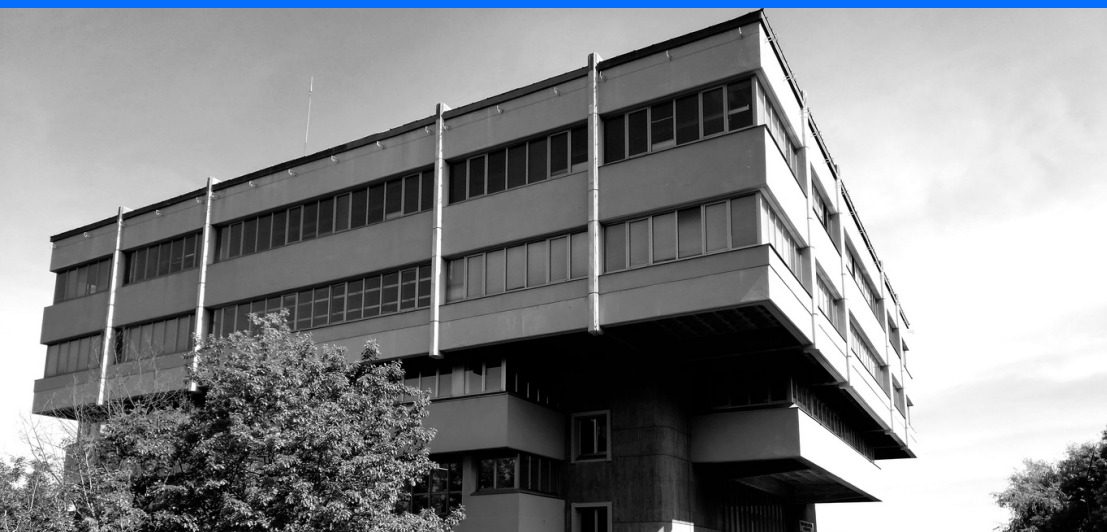


27 28 29 MAYO  
2024

XX CONGRESO  
INTERNACIONAL **EGA**  
A CORUÑA-PORTO  
2024



# HORIZONTES GRÁFICOS ORIZZONTI GRAFICI GRAPHIC HORIZONS





## Directores

---

### **Luís Hermida González**

Director del departamento EGA Coruña

### **João Pedro Sampaio Xavier**

Director de la Facultade de Arquitectura  
da Universidade do Porto

## Secretarios

---

### **Vicente López Chao**

Secretario del departamento EGA Coruña

### **José Pedro Sousa**

Profesor de la Facultade de Arquitectura  
da Universidade do Porto

## Horizontes gráficos

### XX Congreso Internacional EGA

A Coruña - Porto

27 28 29 de mayo de 2024

Coordinadores y editores científicos:

Luís Hermida González

João Pedro Sampaio Xavier

© de los textos: sus autores

© de las imágenes: sus autores

© de la edición: Universidade da Coruña

dpto.ega@udc.es

Doi: <https://doi.org/10.17979/spudc.000027>

Colección: Cursos, Congresos e Simposios, CCS: 159

Esta obra está bajo una licencia de **Reconocimiento**  
- **NO comercial** - **Sin Obra Derivada (by-nc-nd)**:

no se permite el uso comercial de la obra  
original ni la generación de obras derivadas.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



El contenido de la obra (textos e imágenes)  
son responsabilidad de sus autores, eximiendo  
a los editores de cualquier responsabilidad en la  
que pudieran incurrir por su publicación en este libro,  
ya sea por un uso indebido, no autorizado o por una  
citación de fuentes inadecuada.

## Comité de honor

---

**Albuquerque, Helena**, Universidade do Porto  
**Alves Costa, Alexandre**, Universidade do Porto  
**Docci, Mario**, Università di Roma La Sapienza  
**Fatta, Francesca**, Università Mediterranea di Reggio Calabria  
**Franco Taboada, José Antonio**, Universidade da Coruña  
**García Codoñer, Ángela**, Universidad Politécnica Valencia  
**Gentil Baldrich, José María**, Universidad de Sevilla  
**Montes Serrano, Carlos**, Universidad de Valladolid  
**Navarro Esteve, Pablo**, Universidad Politécnica Valencia  
**Otxotorena Elícegui, Juan Miguel**, Universidad de Navarra  
**Ruiz de la Rosa, José Antonio**, Universidad de Sevilla  
**Salerno, Rosella**, Politecnico di Milano  
**Tavares, Domingos**, Universidade do Porto  
**Vieira, Joaquim**, Universidade do Porto

## Comité organizador

---

**Amado Lorenzo, Antonio**, Universidade da Coruña  
**Caridad Yáñez, Eduardo A.**, Universidade da Coruña  
**Carballal Graña, Susana**, Universidade da Coruña  
**Fernández Álvarez, Ángel José**, Universidade da Coruña  
**Fernández Gago-Longueira, Paula**, Universidade da Coruña  
**Hermida González, Luis**, Universidade da Coruña  
**Lizancos Mora, Plácido**, Universidade da Coruña  
**López Chao, Vicente Adrián**, Universidade da Coruña  
**Losada Pérez, Carlos**, Universidade da Coruña  
**Pérez Naya, Antonia**, Universidade da Coruña  
**Pernas Alonso, Inés**, Universidade da Coruña  
**Sanjuán Pedreira, Maria Araceli**, Universidade da Coruña  
**Tarrío Carrodegas, Santiago**, Universidade da Coruña  
**Castro, Alexandra**, Universidade do Porto  
**Herdade Gomes, Noémia**, Universidade do Porto  
**Guerreiro, Filipa**, Universidade do Porto  
**Sousa, José Pedro**, Universidade do Porto  
**Vale, Clara**, Universidade do Porto  
**Varela, Pedro**, Universidade do Porto  
**Xavier, João Pedro**, Universidade do Porto

## Comité científico

---

**Agustín Hernández, Luis**, Universidad de Zaragoza  
**Amado Lorenzo, Antonio G.**, Universidade da Coruña  
**Ampliato Briones Antonio Luis**, Universidad de Sevilla  
**Barba, Salvatore**, Università degli Studi di Salerno  
**Bernal López-Sanvicente, Amparo**, Universidad de Burgos  
**Carazo Lefort, Eduardo**, Universidad de Valladolid  
**Chías Navarro, Pilar**, Universidad de Alcalá  
**De Rosa, Agostino**, IUA Venezia  
**De Coca Leicher, José**, Universidad Politécnica de Madrid  
**Echeverría Valiente, Ernesto**, Universidad de Alcalá  
**Fernandes Póvoas, Rui**, Universidade do Porto  
**Fernández Álvarez, Ángel José**, Universidade da Coruña  
**García Bueno, Antonio**, Universidad de Granada  
**García Gutiérrez Mosteiro, Javier**, Univers. Politécnica de Madrid  
**García Ramos, Rui Jorge**, Universidade do Porto  
**Giménez Mateu, Lluís**, Universitat Politècnica de Catalunya  
**Giordano, Andrea**, Università degli Studi di Padova  
**Goitia Cruz, Aitor**, CEU San Pablo  
**Grijalba Bengoetxea, Alberto**, Universidad de Valladolid  
**Gutiérrez Labory Elsa M<sup>a</sup>**, Univers. de Las Palmas de Gran Canaria  
**Hermida González, Luis**, Universidade da Coruña  
**León Cascante, Íñigo**, Universidad del País Vasco / EHU  
**Linares Gómez Del Pulgar, Mercedes**, Universidad de Sevilla  
**Lizancos Mora, Plácido**, Universidade da Coruña  
**Llopis Verdú, Jorge**, Universitat Politècnica de València  
**Marcos, Carlos L.**, Universidad de Alicante  
**Parra Bañón, José Joaquín**, Universidad de Sevilla  
**Pinto Puerto, Francisco**, Universidad de Sevilla  
**Rabasa Díaz, Enrique**, Universidad Politécnica de Madrid  
**Raposo Grau, Javier Fco.**, Universidad Politécnica de Madrid  
**Redondo Domínguez, Ernest**, Universitat Politècnica de Catalunya  
**Ródenas López, Manuel**, Universidad Politécnica de Cartagena.  
**Rodríguez, José Miguel**, Universidade do Porto  
**Roquette Rodríguez-Villamil, Juan**, Universidad de Navarra  
**Salvo, Simona**, Università di Roma  
**Sender Contell, Marina**, Universitat Politècnica de València  
**Sousa, José Pedro**, Universidade do Porto  
**Spallone, Roberta**, Politecnico di Torino  
**Tarrío Carrodegua, Santiago**, Universidade da Coruña.  
**Verdoscia, Cesare**, Politecnico di Bari  
**Vidal, Francisco Juan**, Universitat Politècnica de València  
**Xavier, João Pedro**, Universidade do Porto

## Comité de revisores

---

**Almeida, Paulo**, Universidade do Porto  
**Agudo Martínez, María José**, Universidad de Sevilla  
**Aliberti, Licinia**, Universidad Politécnica Madrid  
**Allepuz Pedreño, Ángel**, Universidad de Alicante  
**Alonso Rodríguez, Marta**, Universidad Valladolid  
**Álvarez Arce, Raquel**, Universidad de Valladolid  
**Amado Lorenzo, Antonio G.**, Universidade da Coruña  
**Amandi, Cláudia**, Universidade do Porto  
**Angulo Fornos, Roque**, Universidad de Sevilla  
**Antón Sancho, Javier**, Universidad de Navarra  
**Bernal López-Sanvicente, Amparo**, Universidad de Burgos  
**Bianchini, Carlo**, Università di Roma  
**Bismark, Mário**, Universidade do Porto  
**Bravo Bernal, Ana**, Universidad de Sevilla  
**Bravo de Laguna Socorro, Alberto**, Univ. Las Palmas de Gran Canaria  
**Cabeleira, João**, Universidade do Minho  
**Cabodevilla Artieda, Ignacio**, Universidad Politécnica Valencia  
**Calix, Teresa**, Universidade do Porto  
**Capilla Tamborero, Esther A.**, Universidad Politécnica Valencia  
**Cardoso, Vasco**, Universidade do Porto  
**Caridad Yáñez, Eduardo A.**, Universidade da Coruña  
**Carrasco Hortal, Jose**, Universidad de Alicante  
**Castaño Perea, Enrique**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Castellano Román, Manuel**, Universidad de Sevilla  
**Celis D'Amico, Flavio**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Cervero Sánchez, Noelia**, Universidad de Zaragoza  
**Chias Navarro, Pilar**, Universidad Alcalá de Henares  
**Ciammaichella, Massimiliano**, Università luav di Venezia  
**Correia, Vítor**, Universidade de Lisboa  
**Cortina Maruenda, Javier**, Universidad Politécnica Valencia  
**De Coca Leicher, José**, Universidad Politécnica Madrid  
**De Miguel Sánchez, Manuel**, Universidad de Alcalá de Henares  
**De Sobrón Martínez, Luis**, Universidad Politécnica Madrid  
**Domínguez, Patricia**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Echeverría Valiente, Ernesto**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Elena Ippoliti**, Università di Roma  
**Fernández Álvarez, Angel José**, Universidade da Coruña  
**Fernández Gago-Longueira, Paula**, Universidade da Coruña  
**Fernández Morales, Angélica**, Universidad de Zaragoza  
**Fernández Torres, Ignacio**, Universidad de Sevilla  
**Fernández, Juan José**, Universidad de Valladolid  
**Galván Desvaux, Noelia**, Universidad de Valladolid  
**Gámiz Gordo, Antonio**, Universidad de Sevilla

**García Bueno, Antonio**, Universidad de Granada  
**García León, Josefina**, Universidad Politécnica Cartagena  
**García Sánchez, María Teresa**, Universidad Politécnica Madrid  
**García-Gutiérrez Mosteiro, Javier**, Universidad Politécnica Madrid  
**García-Rosales, Gonzalo**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Gilabert Sanz, Salvador**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Giménez Mateu, Luis**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Giménez Ribera, Manuel**, Universidad Politécnica Valencia  
**Goitia Cruz, Aitor**, Universidad San Pablo CEU  
**Gomes, Noémia**, Universidade do Porto  
**Gómez-Blanco Pontes, Antonio**, Universidad de Granada  
**González Presencio, Mariano**, Universidad de Navarra  
**Gutiérrez Pérez, Nicolás**, Universidad de Alcalá de Henares  
**Hermida González, Luis**, Universidade da Coruña  
**Hidalgo Delgado, Francisco**, Universidad Politécnica Valencia  
**Iñarra Abad, Susana**, Universidad Politécnica Valencia  
**Irlés Parreño, Ricardo**, Universidad de Alicante  
**Jiménez Vicario, Pedro**, Universidad Politécnica Cartagena  
**Juan Gutiérrez, Pablo Jeremías**, Universidad de Alicante  
**Leon Cascante, Iñigo**, Universidad del País Vasco  
**Linares García, Fernando**, Universidad de Valladolid  
**Lizancos Mora, Plácido**, Universidade da Coruña  
**Lo Turco, Massimiliano**, Politecnico di Torino  
**Lopes, José Maria**, Universidade do Porto  
**López Bragado, Daniel**, Universidad Valladolid  
**López Chao, Vicente Adrián**, Universidade da Coruña  
**Maestre Galindo, Clara**, Universidad San Pablo CEU  
**Marcos, Carlos L.**, Universidad de Alicante  
**Martín Fuentes, Daniel**, Universidad Politécnica Valencia  
**Martínez Díaz, Ángel**, Universidad Politécnica Madrid  
**Martínez Zimmermann, María Luisa**, Univ. Las Palmas de Gran Canaria  
**Mateus, Luís**, Universidade de Lisboa  
**Mendoza Ramírez, Héctor**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Mendoza Rodríguez, Isaac**, Universidad de Valladolid  
**Mesquita, Mário**, Universidade do Porto  
**Moral García, Álvaro**, Universidad de Valladolid  
**Morán, Adolfo**, Universidad Politécnica Madrid  
**Muñoz Mora, María José**, Universidad Politécnica Cartagena  
**Murtinho, Vítor**, Universidade de Coimbra  
**Natividad Vivó, Pau**, Universidad Politécnica Cartagena  
**Navarro Delgado, Isidro**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Navarro Esteve, Pablo**, Universidad Politécnica Valencia  
**Naya Villaverde, Carlos**, Universidad de Navarra

**Ojeda Bruno, María Lucia**, Universidad Las Palmas de Gran Canaria  
**Paio, Alexandra**, ISCTE- Instituto Univ. Lisboa  
**País, Teresa**, Universidad de Coimbra  
**Palestini, Caterina**, Univers. degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara  
**Pérez Martínez, José Javier**, Universidad del País Vasco  
**Pérez Naya, Antonia**, Universidade da Coruña  
**Pernas Alonso, Inés**, Universidade da Coruña  
**Pinto Puerto, Francisco**, Universidad de Sevilla  
**Quintilla Castán, Marta**, Universidad de Zaragoza  
**Raposo Grau, Javier Fco.**, Universidad Politécnica Madrid  
**Redondo Domínguez, Ernesto**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Ródenas López, Manuel A.**, Universidad Politécnica Cartagena  
**Rodríguez Moreno, Concepción**, Universidad de Granada  
**Roquette R-Villamil, Juan**, Universidad de Navarra  
**Sagarna Aranburu, Maialen**, Universidad del País Vasco  
**Salcedo Galera, Macarena**, Universidad Politécnica Cartagena  
**Sancho Mir, Miguel**, Universidad de Zaragoza  
**Sender Contell, Marina**, Universidad Politécnica Valencia  
**Senderos Laca, María**, Universidad del País Vasco  
**Serrá Lluch, Juan**, Universidad Politécnica Valencia  
**Silva, Vítor**, Universidade do Porto  
**Tarrío Carrodegas, Santiago**, Universidade da Coruña  
**Torres Barchino, Ana**, Universidad Politécnica Valencia  
**Úbeda Blanco, Marta**, Universidad de Valladolid  
**Vallespin Muniesa, Aurelio**, Universidad de Zaragoza  
**Viana, Vera**, Universidade do Porto  
**Villanueva Fernández, María**, Universidad de Navarra  
**Zaragoza de Pedro, Isabel**, Universidad Politécnica Cataluña  
**Zerlenga, Ornella**, Università della Campania Luigi Vanvitelli

# HORIZONTES GRÁFICOS ORIZZONTI GRAFICI GRAPHIC HORIZONS

XX Congreso  
Internacional  
**EGA 2024**

El lema del XX Congreso Internacional EGA, «Horizontes Gráficos», refleja el anhelo de nuestra especialidad por intentar ver más allá del momento presente. El horizonte –por definición, inalcanzable– actúa como símbolo del futuro no escrito, pero también como fuente de esperanza ante la incertidumbre. Con el fin de ampliar nuestros horizontes y sobrepasar el presente, acogemos en este congreso todos los temas y experiencias propios de nuestro colectivo: el de la expresión gráfica arquitectónica. Recopilar un vasto abanico de ideas es de vital importancia para poder afrontar los bruscos cambios que trae consigo el futuro, para resolver situaciones adversas de manera menos precipitada. Por fortuna, el campo de la expresión gráfica no es ajeno a entender la realidad como un continuo proceso de cambios que se suceden. De nuestra capacidad de adaptación dependerá el devenir de nuestra área de conocimiento.

Las circunstancias han querido que nuevamente se celebre en la histórica ciudad de Porto este XX Congreso Internacional EGA 2024. Nuestros colegas de la Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto nos abren sus puertas para compartir y debatir las experiencias presentadas.

Agradecemos a nuestros compañeros y compañeras de Portugal su generosidad por ejercer de anfitriones en este congreso, que con certeza aportará reflexiones novedosas y conclusiones a tener en cuenta.

La presente edición de las actas del congreso tiene como finalidad la difusión de nuestras investigaciones y experiencias docentes, que partieron precisamente de las Jornadas EGA celebradas en A Coruña en 1984. Desde el Congreso de Sevilla de 1986, la celebración ininterrumpida de estas jornadas de manera bienal ha reflejado la pasión por la disciplina y la voluntad de debate de sus ponentes. Cabe también señalar que, empezando con el III Congreso EGA Valencia de 1990, estas jornadas han tenido un carácter internacional, lo cual ha servido para facilitar en mayor medida la expansión de nuestros horizontes.

Al recoger el testigo del Congreso EGA celebrado en Cartagena, hemos aceptado la responsabilidad de recibir, tras previa valoración y aceptación por los pares revisores, la totalidad de las investigaciones que se han realizado a lo largo de estos dos últimos años. Evidentemente, esta publicación no las recopila en su plenitud, pero aquellas que figuran entre sus páginas son las consideradas más destacables y dignas de difusión en el campo de la expresión gráfica arquitectónica. Para la más clara organización de las ponencias, se han establecido seis líneas temáticas que facilitan el análisis y la reflexión en nuestra área de conocimiento. Estas comunicaciones en las lenguas nativas de los congresistas se recogen en las siguientes líneas temáticas:

## 1. CONOCER. CONHECER. CONOSCERE. KNOWING.

---

Producción del conocimiento en la expresión gráfica en relación al proyecto y/o hecho arquitectónico. Patrimonio, historia y divulgación arquitectónica. El proyecto y el hecho arquitectónico desde diversas perspectivas: Tradición, tendencias y utopías.

## 3. ANALIZAR. ANALISAR. ANALIZZARE. ANALYZING.

---

El análisis gráfico y la estructura geométrica como soporte regulador. La utilización de los sistemas de representación para el análisis y estudio de la arquitectura. Teoría y representación gráfica arquitectónica: Evolución histórica. Lugar, territorio y paisaje. Habitat.

## 5. HACER. FACER. FARE. MAKING.

---

Herramientas y medios para materializar las ideas y proyectos. Herramientas gráficas digitales. Los procesos gráficos automatizados. Cultura Maker como extensión del Do It Yourself. FabLabs. Robótica e impresión 3D. Tecnologías e innovación disruptivas. Inteligencia artificial. Scripting. Machine learning. Big Data. Visualización de datos. BIM y H-BIM.

## 2. PENSAR. PENSAR. PENSARE. THINKING.

---

Del pensamiento al proceso creativo. Interrelación entre pensamiento y actividad gráfica. Ensoñación, trazo y gesto. La maqueta y el prototipo como fuente para generar y evolucionar las ideas.

## 4. DIBUJAR. DESENHARE. DISEGNO. DRAWING.

---

El dibujo como medio de comunicación. Bocetos, croquis, dibujo arquitectónico. Evolución e influencia de los sistemas de representación en la arquitectura.

## 6. ENSEÑAR. ENSINAR. INSEGNARE. TEACHING.

---

Docencia de la expresión gráfica arquitectónica. Comunicación gráfica arquitectónica. Líneas abiertas a la comunicación de ideas arquitectónicas. Metodologías y puesta en práctica. Entre la tradición académica y la innovación. Evolución y tendencias El proceso de enseñanza y aprendizaje.

## 1. CONOCER. CONHECER. CONOSCERE. KNOWING

- 31 La forja de un maestro de la representación. Recursos gráficos utilizados por J. F. Stirling en su libro de tesis 1949-1950  
**Isaac Mendoza Rodríguez y Fernando Linares García**
- 35 La volta del cd. Serapeo: una geometria ellissoidale a Villa Adriana  
**Elena Eramo y Giuseppina Enrica Cinque**
- 40 Adolf Loos: la tercera dimensión  
**Aitor Goitia Cruz**
- 45 Maquetas tiflológicas, dos experiencias con arquitecturas de Oscar Niemeyer  
**Alberto Bravo de Laguna Socorro**
- 50 Sebastiano Ittar: Dal rilievo dell'antico al progetto di architettura  
**Alessia Garozzo y Francesco Maggio**
- 55 Uma Análise da Produção de Conhecimento em Expressão Gráfica Aplicada à Arquitetura Ferroviária  
**Ana Rute Faisca y Pedro Gomes Januário**
- 59 Dibujos para un edificio colosal: propuestas centralizadas de Juvarra para el Nuevo Duomo de Turín  
**Ángel Martínez Díaz**
- 64 El eclecticismo historicista de la Iglesia de Santa María Micaela Ricardo Velázquez Bosco  
**Antonio Miguel Trallero Sanz y Antonio Miguel Trallero Arroyo**
- 69 Analogías anatómicas. Antropomorfismo en el dibujo arquitectónico contemporáneo  
**María Asunción Salgado de la Rosa, Javier Fco. Raposo Grau y Belén Butragueño Díaz-Guerra**
- 74 Hacia el conocimiento histórico-arquitectónico de la Torre de la Fuente del Salz de Castellote a través del análisis gráfico  
**Beatriz Martín Domínguez, Miguel Sancho Mir y Luis Agustín Hernández**

- 79 El Gemelo Digital Urbano: una herramienta sostenible para el desarrollo en entornos encuadrados en Reservas de la Biosfera  
**Carlos Gilberto Guillermo Ramírez, Felipe Asenjo Álvarez y Enrique Castaño Perea**
- 84 Café del Teatro del Príncipe de Madrid: de los dibujos de Villanueva al proyecto de Mariátegui  
**Carlos Villarreal Colunga y Ángel Martínez Díaz**
- 89 La arquitectura de las misiones de la Sierra Gorda, de Querétaro, México  
**Carmona y De la Torre y María de los Angeles Dorantes Lámbarri**
- 94 Orizzonti grafici del disegno di progetto negli archivi di architettura tra conoscenza e futuro  
**Caterina Palestini y Lorenzo Pellegrini**
- 99 Representar lo incierto en las recreaciones virtuales del patrimonio arquitectónico  
**Concepción Rodríguez Moreno**
- 104 La disolución de los límites a través de la fotografía. Estrategias de transparencia en la obra de Alejandro de la Sota y Alberto Campo Baeza  
**Javier Cortina Maruenda y Ignacio Cabodevilla-Artieda**
- 109 Architettura reale e illusoria nell’Aula Ligure del Palazzo dell’Università di Genova  
**Cristina Cándito y Alessandro Meloni**
- 114 Rilievi di viaggio. Un carnet digitale da Ravenna  
**Francesco Stilo**
- 119 Análisis cromático de los pavimentos del Palacio de Calatayud y su aplicación en el diseño  
**Irene de la Torre Fornés, Ana Torres Barchino y Jon Ander Acarregui Pinedo**
- 124 Digitalización y virtualización del patrimonio histórico artístico medieval. Taüll 1123 y Sigena Mágica, dos ejemplos de estrategias a la hora de conservar, difundir y preservar el patrimonio a través de las nuevas tecnologías  
**Javier Domingo Ballestin, Luis Agustín Hernández y Aurelio Vallespín Muniesa**

- 129 Representaciones marinas en la arquitectura de Jujol y su contemporaneidad narrativa  
**Jesús Esquinas-Dessy, Isabel Zaragoza y Juan Mercadé Brulles**
- 135 Levantamiento mediante fotogrametría para la caracterización tipológica constructiva de las murallas de tapia del Castellón de Olías de Oria (Almería)  
**Jorge Moya Muñoz**
- 140 Scarpa y Palladio, apuntes sobre la memoria  
**Lucía Balboa Domínguez, Alberto Grijalba Bengoetxea y Noelia Galván Desvaux**
- 145 Sargadelos: Transición a la modernidad en Galicia  
**Luís Hermida González**
- 150 Arquitectura Civil del Maestrazgo, la Casa Castellote: procesos gráficos para su conocimiento  
**Marina Sender Contell, Manuel Giménez Ribera, Teresa Gil Piqueras y Pablo Rodríguez Navarro**
- 155 La importancia del grafismo para la comprensión de la transformación arquitectónica de los foros de Hispania a través de cuatro ejemplos  
**Marta López-Gorria**
- 160 Le valenze cromatiche delle facciate dipinte come elementi caratterizzanti l'architettura storica genovese: il caso di Palazzo San Giorgio  
**Giulia Pellegrini, Francesca Salvetti y Michela Scaglione**
- 164 Il progresso tecnico mostrato nel "The Penny Magazine" (1832-1845)  
**Pasquale Tunzi**
- 168 Trozo de traza: un dibujo inédito de Juan de Legarra 'maestro albañil y alcalde alarife' de la Sevilla del siglo XVII  
**Pilar Moya-Olmedo y María Núñez-González**
- 173 Le tesi degli allievi di Gaetano Cima: un portale di consultazione per un'accessibilità multilivello  
**Raffaele Argiolas, Vincenzo Bagnolo, Simone Cera, Andrea Pirinu y Eleonora Todde**

- 178 Borromini y la representación de lo accidental  
**Raúl Castellanos Gómez**
- 182 Xavier Nogués y Ramón Reventós: los dibujantes  
del Pueblo Español  
**Sandra Moliner Nuño, Isidre Santacreu Tudó y  
Jordi de Gispert Hernández**
- 187 La Torre de L'Esperó de Valencia en las representaciones  
gráficas de la ciudad. Origen y evolución  
**Santiago Lillo Giner y Pedro Molina-Siles**
- 192 La geometría pura e il simbolismo architettonico:  
il caso di *Fiumara d'arte*  
**Sonia Mollica**
- 197 No Irão, Ormuz: códigos gráficos para ler uma Fortaleza  
desde 1507  
**Igor Viegas Outeiro**
- 202 La iconografía de ángeles de Ángeles de Siza  
**Antonio Amado Lorenzo, Carmen Escoda Pastor  
y Federico Arévalo Rodríguez**

## 2. PENSAR. PENSAR. PENSARE. THINKING.

- 208 La estética del sabor  
**Mónica Gómez Zepeda, Juan Carlos Ortíz Tabarez  
y Marisol Jiménez Orozco**
- 213 La maqueta y su uso casi exclusivo en el proceso creativo  
del diseño  
**Isaac Mendoza Rodríguez y Mónica del Río Muñoz**
- 217 Habitar los límites de la arquitectura: el juego como  
herramienta de proyecto  
**Alejandro Jesús González Cruz y Federico Luis del Blanco  
García**
- 222 Geometría y Maquetas Móviles  
**Ana González Uriel, Manuel Ramos Martín, Licinia Aliberti  
y María Guillem González-Blanch**
- 227 El *Interior III* (1975) de Juan Navarro Baldeweg: estudios  
experimentales sobre los fenómenos ópticos y el color  
en su obra temprana  
**Covadonga Lorenzo-Cueva**
- 232 Fronteras habitadas: juego y escala entre objetos y paisaje  
**Fermina Garrido López y Mara Sánchez Llorens**
- 236 Dibujar el Paisaje Cultural para ver el proyecto. Tres miradas:  
estudiante, geógrafo y arquitecto  
**Francisco J. del Corral del Campo y Carmen Barrós  
Velázquez**
- 241 Micrografías del espacio intangible. Transparencias y lágrimas  
como registros arquitectónicos  
**María Isabel Fernández Naranjo y Tomás García García**
- 246 Ateliê Caótico edição 2023 – João Pessoa/Paraíba/Brasil:  
desenhos e colagens como forma criativa de expressão  
de ideias  
**Eunádia Silva Cavalcante y José Clewton do Nascimento**

- 251 Docencia lúdica-experimental de Geometría. Estudiantes de arquitectura diseñando espacios para niños  
**M<sup>a</sup> Pilar Salazar Lozano, Fernando Manuel Alonso Pedrero y Juan Luis Roquette Rodríguez-Villamil**
- 256 ¿Fue bonito mientras duró? Sobre el rápido desvanecimiento del 'espacio EGA'  
**Juan M. Otxotorena**
- 261 *Ser dibujo* o Javier Seguí. Sobre el legado intelectual y académico de nuestros mayores  
**Juan M. Otxotorena**
- 266 Álvaro Siza. El arquitecto escultor de ángeles  
**María Josefa Agudo Martínez**
- 271 Redes cristalinas hexagonales: Polígonos, Patrones e Ilusiones  
**Virginia De Jorge Huertas**
- 276 La mirada al paisaje ártico desde la experimentación gráfica  
**Luis Miguel Cortés Sánchez**

### 3. ANALIZAR. ANALISAR. ANALIZZARE. ANALYZING.

- 281 Metodología gráfica de catalogación para elementos arquitectónicos entre diferentes maestrazgos de obra aplicados a la Catedral de Girona  
**David Moreno y Albert Samper**
- 286 Análisis gráfico para renaturalizar el campus universitario  
**Amparo Bernal López-Sanvicente**
- 290 La sección como elemento conector de los espacios subterráneos con la ciudad en superficie  
**Andrés Galera Rodríguez, Francisco Pinto Puerto y Mario Algarín Comino**
- 294 La capilla bautismal de la Iglesia de San Nicolás de Bari en Úbeda  
**Antonio Estepa Rubio**
- 298 Scale grafiche composte nella trattatistica militare europea del XVII secolo. Analisi grafica e interpretazione  
**Marco Giorgio Bevilacqua y Roberta Spallone**
- 303 Territorios, paisajes y cartografías. El carácter dinámico y su valoración patrimonial  
**Celia Chacón Carretón, Mar Lorén Méndez y Pablo Manuel Millán Millán**
- 308 Grafos y mapas para la representación de sistemas patrimoniales urbanos  
**Cristina Vicente Gilabert y Marina López Sánchez**
- 313 Estudio geométrico de los obeliscos simbólicos en tres obras de Ricardo Bofill  
**Daniel Vicente Martín Fuentes, Javier Alfonso Bono Cremades y Pedro Javier Molina Siles**
- 318 Bordes, límites y horizontes. Instrumentos para el análisis gráfico de centros históricos  
**Eduardo Carazo, Álvaro Moral y Alejandra Delgado**
- 323 Dibujar lo cotidiano. Orígenes del dibujo etnográfico en Japón.  
**Eduardo Roig Segovia**

- 328 La Arquitectura como personaje en el Cómic, el Cine y la Literatura  
**Elsa Gutiérrez Labory y Enrique Solana Suárez**
- 333 Rappresentare il paesaggio  
**Fabio Bianconi, Marco Filippucci y Simona Ceccaroni**
- 338 *Symmetria, Mensuris* y arquitecturas cupuladas en tiempos de Adriano  
**Francisco Juan-Vidal, Alicia Roca Martínez, Filippo Fantini y Luca Cipriani**
- 343 Análisis de una bóveda de la Parroquia de Nuestra Señora de Consolación en Cazalla de la Sierra (Sevilla). Comparación entre la planimetría existente y el levantamiento realizado por fotogrametría  
**Federico Arévalo Rodríguez y Federico Arévalo Alonso**
- 348 Modelli parametrico-informativi per rivelare l'invisibile L'Abbazia cistercense della Ferraria a Vairano Patenora  
**Giuseppe Antuono, Erika Elefante y Pierpaolo D'Agostino**
- 354 Análisis gráfico de entornos hospitalarios desde la perspectiva de las personas vulnerables y de la accesibilidad universal  
**Nicolás Gutiérrez Pérez, Patricia Domínguez Gómez, Teresa Sánchez-Jáuregui Descalzo y Pilar Chías Navarro**
- 360 El jardín moderno en la Deutsche Schule Valencia. Análisis para una hipótesis gráfica de proyecto  
**Irene Benet Morera y Marina Sender Contell**
- 366 O Anticiclone na barriga de um cão  
**Ivo Poças Martins**
- 371 Conocimiento detallado del territorio: construcción y Ejército  
**Francisco Javier Fraga López**
- 376 Cubos simbólicos. Analogías Cabrero-Bill  
**José de Coca Leicher**
- 381 Torres de almenara en el litoral atlántico de Andalucía (siglos XVI-XVII) Torres del Catalán, Umbría y de la Arenilla  
**José Ramón Delgado Moreno**

- 386 Análisis gráfico de las portadas de los templos gótico-mudéjares sevillanos  
**Juan Francisco Molina Rozalem**
- 390 Visualización de datos en mundos virtuales mediante la temporización gráfica. El caso de *The witcher III*  
**Juana María García Ladrón de Guevara, Eduardo Roig Segovia y Federico Luis del Blanco García**
- 395 Un modello algoritmico generativo per la documentazione speditiva degli edifici di culto  
**Mara Capone, Antonella di Luggo, Simona Scandurra, Daniela Palomba, Angela Cicala y Arianna Lo Pilato**
- 401 Representación cartográfica el paisaje (urbano) afectivo  
**María Teresa Casbas González y Eva J. Rodríguez Romero**
- 406 Revisión planimétrica y metrológica de la Catedral románica de Jaca  
**Marta Quintilla Castán y Luis Agustín Hernández**
- 411 Appunti sulla visualizzazione della Geometria in alcuni trattati di architettura militare tra il XV e il XVII secolo  
**Martino Pavignano**
- 416 Estudio historiográfico del paisaje rural de Quema en entorno SIG desde el S. XIII al S. XVI  
**Esteban Daniel Gómez Gómez, Mercedes Linares Gómez del Pulgar y Antonio Tejedor Cabrera**
- 421 Integrated 3D survey and modeling techniques for medieval architectures: The Albergo of the Catena in Rome  
**Francesco Cappuccino, Giulia Flenghi y Michele Russo**
- 426 Análisis de los sistemas de representación en la difusión de la arquitectura: Instagram España como caso de estudio  
**Noelia Galván Desvaux, África Sánchez Velarde, Marta Alonso Rodríguez y Raquel Álvarez Arce**
- 431 Recursos gráficos en el manuscrito de fray Francisco de Santa Bárbara  
**Juan Rojo Ferrer y Pablo Navarro Camallonga**
- 437 História do desenho arquitetônico no Brasil: um estudo da representação gráfica entre os séculos XVII e XIX  
**Petterson Michel Dantas, Rubenilson Brazão Teixeira**

- 442 Panteones e Infiernos en el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Dibujos y realidad construida  
**Pilar Chías, Tomás Abad y Lucas Fernández-Trapa**
- 447 Abuelos geométricos. Abstracción del rostro a través de curvas cónicas  
**María del Pilar Salazar Lozano, Fernando Manuel Alonso Pedrero y Juan Luis Roquette Rodríguez-Villamil**
- 452 El primer dibujo de la finca Sansalvador  
**Jordi de Gispert Hernández, Sandra Moliner Nuño y Isabel Crespo Cabillo**
- 457 Interacción de las variables gráficas en la accesibilidad cognitiva del diseño de interiores  
**Sonia Izquierdo Esteban**

#### 4. DIBUJAR. DESENHARE. DISEGNO. DRAWING.

- 463 Investigación gráfica sobre el silo de la casa de las Palomas en el barrio del Albaicín de Granada  
**Ana Isabel Rodríguez Aguilera**
- 468 Los dibujos de dos viajeros en el Camino de Santiago  
**Antonio Amado Lorenzo y Santiago Tarrío Carrodegas**
- 473 Analisi e rappresentazione dello spazio romantico. Il Palazzo di Monserrate a Sintra  
**Fabiana Guerriero**
- 478 Los catálogos de ornato y la obra de Antonio Cavallini  
**Fernando Balbuena Marcilla, Mercedes Linares Gómez Del Pulgar y Antonio Tejedor Cabrera**
- 484 Los apuntes de viaje de Richard Neutra en Latinoamérica relativos a sus desplazamientos entre 1944 y 1945  
**Fernando Linares García y Carlos Montes Serrano**
- 489 L'architettura per lo svago in Germania: la residenza di Schloss Philippsruhe  
**Gennaro Pio Lento**
- 494 Il rilievo come strumento critico sostenibile del Patrimonio Culturale  
**Giulia Pellegri y Martina Castaldi**
- 498 El dibujo de los espacios intermedios  
**Gracia Cabezas García y Francisco Pinto Puerto**
- 503 Sketching Oporto on location for 30 years  
**Hugo Barros Costa**
- 509 A importância do desenho à mão livre (analógico) frente às novas tecnologias digitais  
**Luciana Massami Inoue**
- 513 Lo de dentro y lo de fuera. Categorías de los dibujos de “ventanas” de Clorindo Testa  
**Mara Sánchez Llorens y Fermina Garrido López**

- 517 La representación de las escaleras en planta: historia, normas y convenciones  
**María Senderos Laka, Iñigo Leon Cascante y José Javier Pérez Martínez**
- 522 Gio Ponti. Miradas y orientaciones del espacio doméstico  
**Noelia Cervero Sánchez**
- 527 Escaneado 3D e impresión digital en la creación de modelos para el estudio y detección de patologías constructivas en el patrimonio: el castillo de Carcabuey (Córdoba)  
**Pablo Manuel Millán-Millán**
- 532 *A Angústia da Influência* em Giorgio Grassi. O desenho como *construção lógica*  
**Ricardo Leitão**
- 537 Modelli digitali e Dispositivi di Sostituzione Sensoriale: per una comunicazione inclusiva dello spazio architettonico attraverso il suono  
**Alfonso Ippolito, Francisco Juan Vidal y Salvatore Di Pace**
- 542 Frente a las líneas. Dibujar para proyectar... la guerra  
**Santiago Elía-García, Ana Ruiz-Varona y Rafael Temes-Cordovez**
- 547 Las casas experimentales de Richard Neutra y Marcel Breuer  
**Sara Peña Fernández, Pablo Cendón Segovia y Alejandra Duarte Montes**
- 552 Vandkunsten. Gráfica comunitaria  
**Jaime J. Ferrer Forés**

## 5. HACER. FACER. FARE. MAKING.

- 558 Limbo: Arquitecturas virtuales en Instagram  
**Angel Cobo Alonso y Carmen Bentabol Esparza**
- 563 Explorando las posibilidades de Midjourney para la generación de plantas de distribución  
**Angélica Fernández-Morales**
- 568 Nuovi orizzonti fruitivi delle opere pittoriche: la modellazione algoritmica per la creazione di supporti tattili  
**Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto y Giulio Cesare Gigliotti**
- 573 Documentación tridimensional del patrimonio subterráneo. Las galerías de Plaza de la Puerta del Sol  
**J.L. Bermudez González, E.J. Fernández Tapia y E.M. Castaño Perea**
- 578 El empleo de tecnologías de fabricación digital como herramientas de representación arquitectónica  
**Covadonga Lorenzo-Cueva**
- 583 Optimización de superficies de forma libre mediante simulaciones físicas e inteligencia artificial  
**Federico Luis del Blanco García y Alejandro Jesús González Cruz**
- 589 Dibujo, arquitectura e inteligencia artificial (IA). La IA como algo más que una implementación tecnológica para la arquitectura  
**Javier Fco. Raposo Grau, María Asunción Salgado de la Rosa y Belén Butragueño Díaz-Guerra**
- 595 Virtual reality to evaluate the amplitude of interiors with different colors  
**Juan Serra, Mekides Assefa y Michael Murdoch**
- 601 Tiflogía y Patrimonio arquitectónico  
**Manuel de Miguel Sánchez, Nicolás Gutiérrez Pérez, Patricia Domínguez Gómez, Ernesto Echeverría Valiente, Flavio Celis D'amico, Francisco Martín San Cristóbal y Felipe Asenjo Álvarez**
- 607 Modelos digitales de centros históricos. Automatización e hibridación de procesos en Cehegín  
**M.A. Ródenas-López, J. García-León, P.M. Jiménez-Vicario y S. El Ghomari Bakhat**

- 612 Una aplicación del espacio colorimétrico a la legibilidad de los mapas: Para usos, los colores  
**Marc Roca-Musach, Isabel Crespo Cabillo y Helena Coch**
- 617 El uso de herramientas digitales SIG para la elaboración de cartografía de diagnóstico de la vivienda en ámbitos rurales en retroceso demográfico. Caso piloto de Arroyomolinos de León (Huelva)  
**Marta Donadei, Juan Francisco Fernández-Rodríguez y Esteban de Manuel Jerez**
- 623 Sulla relazione tra modelli digitali e Intelligenza Artificiale: esperienze di ricerca per la strutturazione semantica di dati e modelli previsionali  
**Massimiliano Campi, Valeria Cera y Marika Falcone**
- 628 Script de Python para homologías en Rhinoceros  
**Pau Natividad-Vivó**
- 633 HBIM come strumento attivo per lo studio delle architetture su carta  
**Raffaele Argiolas, Vincenzo Bagnolo y Simone Cera**
- 638 Revisitando la catedral de Girona. Larecontextualización digital del patrimonio  
**Albert Sanchez Riera y Carles Pàmies Sauret**
- 642 La maqueta como generadora de la idea arquitectónica: prototipos para una arquitectura más sostenible en los estudios centroeuropeos  
**Marta Úbeda Blanco, Daniel Villalobos Alonso y Sara Pérez Barreiro**
- 647 Graphical representation of environmental sustainability through Building Information Modeling. Existing methods and future possibilities  
**Tsvetelina Spasova Bacheva y Javier Fco. Raposo Grau**
- 652 Modelos de difusión para la visualización de entornos: Stable Diffusion en la creación digital de espacios  
**Pedro Meira Rodríguez y Vicente López Chao**

## 6. ENSEÑAR. ENSINAR. INSEGNARE. TEACHING.

- 658 O Porto de Vilanova. Experiências Didáticas à volta do Desenho  
**Alexandra Castro, João Luís Marques, José Maria Lopes, José Pedro Sousa y Pedro Varela**
- 663 Un corto Grand Tour  
**Ana Torres Barchino, Juan Serra lluch y Jorge Llopis Verdú**
- 668 Aproximación didáctica al proceso de configuración como valor y contenido de las obras plásticas: el procesofolio  
**Ángel Allepuz Pedreño, Carlos L. Marcos y Sergio García Doménech**
- 673 Del comando al concepto: una experiencia educativa para el aprendizaje con herramientas gráficas digitales  
**Ángel J. Fernández-Álvarez y Vicente López-Chao**
- 678 Realidad Aumentada como instrumento para la mejora de la comprensión espacial arquitectónica y su construcción gráfica  
**Ángel Martínez Díaz, Jara Muñoz Hernández y Gonzalo Sotelo-Calvillo**
- 683 Dalla rappresentazione statica a quella dinamica: superare la mera misurazione dello spazio per raccontare territori e comunità che cambiano  
**Anna Teresa Alfieri**
- 688 Autonomía, maestría y propósito en el alumnado de Geometría Descriptiva: el valor y la importancia del ejercicio de largo desarrollo  
**Antonio Álvaro Tordesillas, Daniel López Bragado, Marta Rodríguez Alonso, Víctor-Antonio Lafuente Sánchez y Marta Martínez Vera**
- 694 Visibilizar desde la Geometría Descriptiva: arquitectas pioneras del siglo XX  
**María del Carmen Vílchez Lara**
- 699 Metaverse in education: the future of learning drawing?  
**Caterina Morganti y Cristiana Bartolomei**
- 704 De la experiencia de dibujar en exteriores al dibujo de la memoria  
**Clara Maestre-Galindo**

- 709 El doble bucle espacio-temporal en el aprendizaje del dibujar: del aula taller al trabajo de campo en la ciudad  
**Eduardo Roig Segovia, Atxu Amann y Alcocer, Ángela Ruiz Plaza y Bruno Seve**
- 714 Artefatti Cognitivi per il Restauro Digitale di apparati decorativi architettonici complessi  
**Emanuela Lanzara**
- 719 El dibujo en procesos participativos de transición ecosocial de barrios. El caso de Huerta del Carmen en Transición  
**Esteban de Manuel Jerez, Marta Donadei y Ana Bravo Bernal**
- 725 La Tabla de la Taxonomía del Dibujo de Diseño Arquitectónico: una herramienta para seleccionar y elaborar el soporte gráfico adecuado para la configuración de los temas en la actividad del diseño arquitectónico  
**Federico Martínez Reyes**
- 730 Parametrización de las estructuras geométricas en modelos digitales como estrategia docente para el aprendizaje en Arquitectura  
**Fernando Díaz Moreno y Eduardo Acosta Almeda**
- 736 Ciudades imaginadas. Influencias de Pablo Palazuelo  
**Gonzalo Sotelo-Calvillo y Teresa Raventós-Viñas**
- 741 La maqueta como introducción al aprendizaje gráfico: una experiencia docente  
**Jorge Gabriel Molinero Sánchez y Tomás García Píriz**
- 746 Denotado e imaginado. Dominios de la representación y formas de comparar lo aprendido  
**José Carrasco Hortal**
- 751 Arquitectura industrial “cero” en el paisaje cultural de la Vega de Granada. Una experiencia docente  
**Juan Francisco García Nofuentes, Roser Martínez Ramos e Iruela y Jorge Gabriel Molinero Sánchez**
- 756 Una experiencia docente: Introducción a los conceptos básicos del Dibujo de Arquitectura mediante fotogrametría digital  
**Luis de Sobrón Martínez, Ángel Martínez Díaz y Licinia Aliberti**
- 761 Dibujando dibujos. Aprendiendo de una experiencia innovadora docente en dos actos  
**Luis Navarro Jover, Pablo J. Juan Gutiérrez y José Manuel López Ujaque**

- 766 Elements of Architecture: entre la pedagogía y la práctica  
**Belén Butragueño Díaz-Guerra, Javier Fco. Raposo Grau y María Asunción Salgado de la Rosa**
- 771 El dibujo a perspectiva a mano alzada: ¿una enseñanza perdida?  
**Mauro Herrero**
- 776 Paisaje y patrimonio, vivienda cueva y turismo en el Geoparque de Granada como estrategia docente para el aprendizaje de la arquitectura  
**Miguel Martínez-Monedero y Jaime Vergara-Muñoz**
- 781 Dibujar, conocer, pensar, crear. Crónica de una experiencia docente  
**Queralt Garriga Gimeno, Judit Taberna Torres y Cristina Marcos Murgadas**
- 786 Lego Lab  
**Javier Fco. Raposo Grau, Ricardo Santonja Jiménez y Angel Cobo Alonso**
- 791 La representación del paisaje. Estrategias del dibujo para graficar la percepción  
**Rocío Santo-Tomás Muro, Fátima Sarasola Rubio y Guadalupe Cantarero-García**
- 796 Siguiendo los pasos de un viaje por España de 1927  
**Sandra Moliner Nuño, Isidre Santacreu Tudó y Jordi de Gispert Hernández**
- 801 Una poética del rigor en la enseñanza gráfica arquitectónica  
**María Teresa García Sánchez**
- 805 Aprender Haciendo: una herramienta poderosa para desarrollar habilidades en diseño digital de mobiliario con fresadora CNC de 3 ejes. Casos prácticos  
**Dr. Víctor Armas-Crespo**
- 810 Playlist de dibujos  
**María Villanueva Fernández, Francisco Xabier Goñi Castañón y Armando Diago Bernáldez**
- 815 La didattica delle superfici, tra Geometria e Stereotomia  
**Andrea Giordano, Rachele Angela Bernardello, Cosimo Monteleone y Paolo Borin**
- 820 La metodología creativa aplicada mediante el pensamiento gráfico. Caso ilustrativo de la asignatura de Taller de Diseño  
**Mónica del Río Muñoz e Isaac Mendoza Rodríguez**

## Scale grafiche composte nella trattatistica militare europea del XVII secolo. Analisi grafica e interpretazione.

Marco Giorgio Bevilacqua<sup>1</sup>, Roberta Spallone<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni, Università di Pisa (Italy)

<sup>2</sup> Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino (Italy)

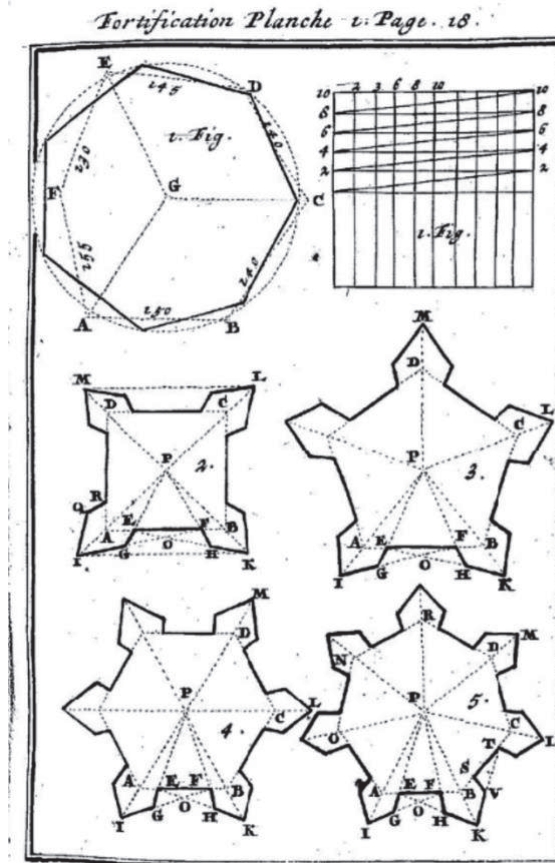


Figura 1. Scala grafica composta nel *Traité de fortification* di Jacques Ozanam (1694, *Planche 1*, p. 18).

### Abstract

*Il presente contributo illustra gli esiti di un'ampia ricerca sulla trattatistica militare europea dal XVII secolo, finalizzata ad individuare differenti tipologie, aspetti innovativi e ambiti di applicazione delle scale grafiche composte. Tali scale, utilizzate in ambito astronomico, cartografico e fortificatorio, assumono il significato di strumento di precisione per il disegno di progetto e per il tracciamento sul terreno in ambito esecutivo. L'analisi grafica, realizzata attraverso la costruzione guidata dalle descrizioni dei trattatisti, ha consentito di ipotizzare i passi del tracciamento della scala, a partire da una scala grafica semplice, e di verificare gli esempi di misurazione proposti da alcuni autori. I metodi di costruzione e impiego di tali scale riverberano, dal secolo successivo, nei manuali utilizzati nelle scuole militari e politecniche.*

### Key words

*Scale grafiche composte; trattatistica militare; analisi grafica; storia della rappresentazione; disegno in scala.*

## 1. Introduzione

In un saggio del 2010 (Fara 2010), Amelio Fara, descrivendo il manoscritto di architettura militare di Raimondo Montecuccoli, dallo studioso stesso denominato *Trattato A* (1643), pone l'accento sulla scala composta da questi disegnata per definire un sottomultiplo dell'unità di misura. Nelle parole di Fara "si tratta di un elemento innovativo rispetto alla cultura cartografica e architettonica precedente" che evidenzia un contributo significativo di Montecuccoli al progresso del disegno dell'architettura (Fara 2010, pp. 39-40).

A partire da tale osservazione, gli autori del presente lavoro hanno intrapreso un'ampia ricerca sulla trattatistica militare europea dal XVII secolo, finalizzata ad individuare differenti tipologie, aspetti innovativi e ambiti di applicazione delle scale grafiche composte, anche definite a trasversali o *transversali*, o ticoniche, perché attribuite all'astronomo danese Tycho Brahe (1546-1601). Tali scale, utilizzate in ambito astronomico, cartografico e fortificatorio, assumono il significato di strumento di precisione per il disegno di progetto e per il tracciamento sul terreno in ambito esecutivo, come talvolta dichiarato dagli autori. L'analisi grafica, realizzata attraverso la costruzione guidata dalle descrizioni dei trattatisti, ha consentito di ipotizzare i passi del tracciamento della scala, a partire da una scala grafica semplice, e di verificare gli esempi di misurazione proposti da alcuni autori.

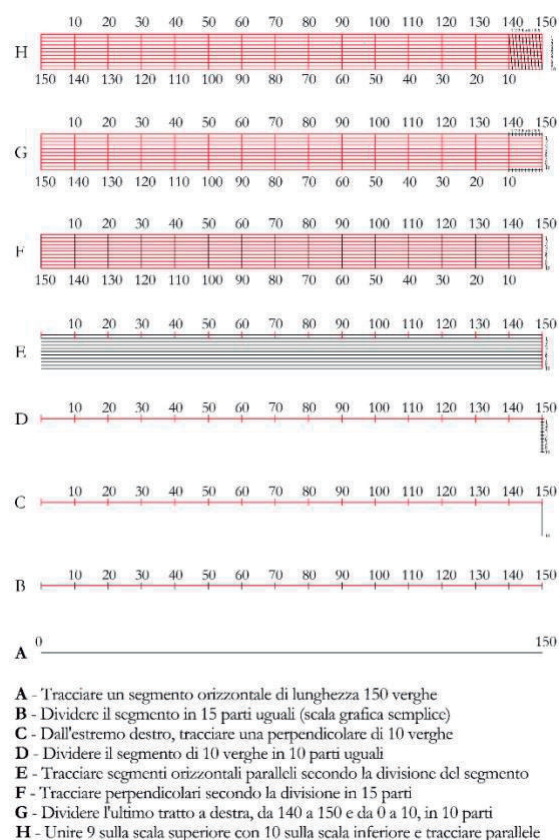


Figura 2. Costruzione della scala composta di Montecuccoli. Analisi grafica: R: Spallone.

Per ciascuna scala analizzata, la conversione dell'unità di misura antica in metri fa riferimento al *Manuale di metrologia* di Angelo Martini (1883).

Paradigma per le scale disegnate posteriormente, la scala di 150 verghe di Olanda - o del Reno - da 10 piedi (1 verga pari a 3,7674 m) di Montecuccoli è stata dapprima suddivisa in 15 parti in modo da ottenere segmenti di 10 verghe, quindi, attraverso il tracciamento di 10 parallele e la suddivisione in 10 parti dell'ultimo tratto orizzontale, ha consentito di verificare la possibilità di leggere sulla scala stessa un sottomultiplo, il piede, nel sistema della verga. Si osserva che è possibile leggere le unità di verga sui tratti orizzontali principali superiore e inferiore, sia i piedi sulle orizzontali intermedie all'intersezione con le trasversali disegnate in diagonale (Fig. 2).

## 2. Scale grafiche composte: tipologie a confronto

L'utilizzo delle scale grafiche composte sembra consolidarsi nella cultura fortificatoria europea solo verso la metà del XVII secolo; non si riscontrano infatti riferimenti nei principali trattati di architettura militare del secolo precedente, come in quello di Lanteri (1557), Maggi e Castriotto (1a ed. 1564, 1583-84), De' Marchi (ed. postuma 1599, 1a ed. 1554), Lorini (1a ed. 1596), o Lanteri-Zanco-Lupicini (1601), per citarne alcuni. A partire dagli anni '30 del secolo XVII, si rileva l'uso di tali scale grafiche nel trattato di Floriani (1654, 1a ed. 1630), in pertiche da 10 piedi ferraresi (1 pertica pari a 4.0385 m) nei disegni di fortificazioni della figura 14A del Capitolo Ultimo del Libro Primo, e in quello di Sardi (1639) per esprimere la scala di rappresentazione di diverse figure, in piedi geometrici da 10 oncie di 10 minuti (1 piede quinta parte del passo geometrico - veneziano - pari a 1,7387 m) nelle figure *Quarta e Vigesima Quarta del Libro Secondo*, e in verghe di Olanda (da 10 piedi) in alcune delle figure "ollandesi" del *Libro Terzo* (Figg. *Prima, Undecima, Duodecima, Terza Decima, Quintadecima*). Tra i trattati consultati, *L'architecture militaire moderne ou fortification...* di Matthias Dögen (1648 1a ed. francese, ed. originaria 1647) è il primo in cui è dato ampio spazio alla descrizione delle modalità di costruzione e del modo in cui usare tali scale (Libro Primo, cap. XVIII, pp. 203-204; Tav. K, fig. LXXXV). La scala è rappresentata in verticale, il segmento AB - diviso in 10 parti uguali - esprime la lunghezza della misura di riferimento in verghe del Reno nella scala del disegno (Fig. 3). I due segmenti AD e BC, disegnati ortogonali alla linea AB, sono divisi anch'essi in 10 parti uguali. AE, décima parte della linea AB, e la corrispondente DO sulla linea DC sono ulteriormente divise in 10. Sono pertanto tracciate le linee trasversali di raccordo, unendo alternativamente i punti della linea DO con quelli di AE, restituendo uno schema grafico a V multiple disposte in verticale. Completano la scala le 9 linee parallele intermedie, poste a distanza costante tra loro. La scala così costruita permette non solo la lettura delle unità principali - le verghe - ma anche dei primi sottomultipli - i piedi - come Dögen dimostra nell'ipotesi che il segmento AB rappresenti 100 verghe e vogliasi prelevare col compasso

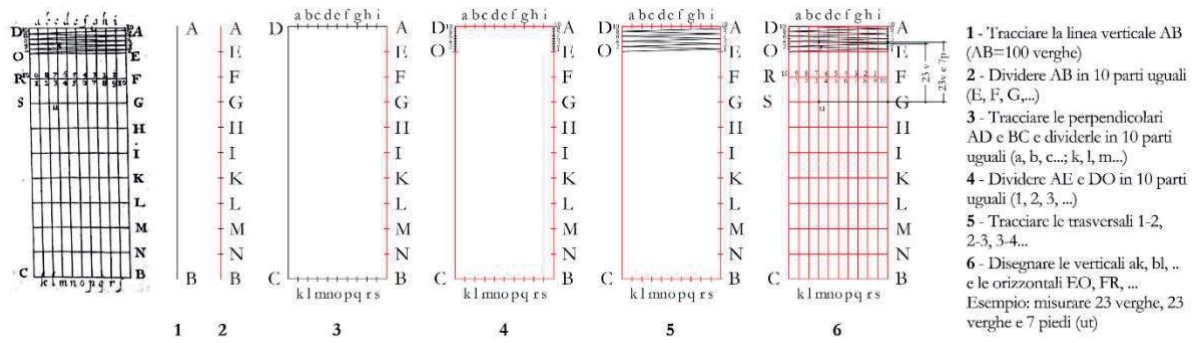


Figura 3. Costruzione della scala composta di Dögen. Analisi grafica: M.G. Bevilacqua.

la misura di 23 verghe e 7 piedi. Le linee trasversali, infatti, applicando i criteri di similitudine tra i triangoli così disegnati, individuano sulle decime parti superiori delle parallele verticali intermedie, le dieci porzioni progressivamente crescenti dei sottomultipli, spostandosi da sinistra a destra e viceversa. Pertanto, tornando al caso descritto da Dögen, se col compasso si vuole misurare una lunghezza di 20 verghe, nella scala del disegno, si punteranno le aste rispettivamente sui punti G e E; se di 23 verghe sui punti G e sul punto 3 del segmento AE; se di 23 verghe e 7 piedi, sui punti u - corrispondente di G su cm, settima parallela da AE - e t, intersezione di cm con la trasversale dal punto 3 di AE al punto 4 di DO. Sebbene sia esplicito il riferimento alle verghe, non è un caso che l'autore marchi la scala con lettere, a evidenziare la sua replicabilità per qualsiasi unità di misura e per qualsiasi grandezza di riferimento. Se confrontata con quella proposta da Montecuccoli, con trasversali tra loro parallele e in cui la misura dei sottomultipli si effettua spostandosi

dalla linea fondamentale sulle parallele intermedie sempre nella stessa direzione, la scala di Dögen richiede spostamenti alternativamente da sinistra a destra e viceversa a seconda che la grandezza di partenza sia pari o dispari. Merita inoltre evidenziare come Dögen - e altri trattatisti del tempo, tra i quali Montecuccoli e Sardi - per comodità d'uso e semplicità di calcolo, preferisca suddividere su base 10 il sistema duodecimale della verga, proponendo quindi una conseguente misura del piede più grande (Dögen, 1648, pp. 28, 29).

Silvère de Bitainvieu [pseudonimo di Jean Du Breuil] dedica ampio spazio alle scale grafiche composte nella *Pratique V del Traité II de L'Art universel des fortifications...* del 1674 (Fig.4). Le scale composte, disegnate in orizzontale, sono proposte in configurazioni di diversa lunghezza reale: 20, 80, 100 e 160 tese di 6 piedi del Re (1 tesa pari a 1,9490 m). Lo schema delle trasversali a V multiple rovesciate, già riscontrato in Dögen, è esteso qui all'intera lunghezza delle scale ed è funzionale, in prima istanza, alla misura della singola tesa, ma non del sottomultiplo, il piede. Di particolare interesse, ai fini dello studio, è quella più piccola da 100 tese, in cui si dimostra la possibilità di prelevare misure con ordini di precisione della tesa, altrimenti illeggibili su scale lineari semplici. Il ricorso a tali scale permette "a chi non vuole servirsi dell'aritmetica" misure di precisione anche per disegni di fortificazioni di grande estensione rappresentate in scale ridotte nella dimensione di un foglio, come lo stesso Guarino Guarini sottolinea nel suo *Trattato di fortificatione* (1676, p. 43). La scala che Guarini presenta nella figura 5 della tavola I, disposta in verticale, è divisa in 10 parti, ciascuna corrispondente a una pertica o a un trabucco da 6 piedi liprandi (1 trabucco pari a 3,0825 m). Le trasversali, qui disposte tutte parallele come in Montecuccoli, sono estese all'intera lunghezza della scala e permettono di prelevare le misure dei piedi lungo le ulteriori 6 linee parallele alla fondamentale AD, che in questo modo - e per via grafica - risulta divisa in 60 "minutissime" parti, qualsiasi sia la sua lunghezza nel foglio (fig. 5). Claude-François Milliet De Chales, nella *Proposition III* del secondo *Libro de L'art de fortifier, de defendre, et d'attaquer les place...* (1677), propone in orizzontale un modello analogo a quello guariniano con trasversali parallele estese all'intera lunghezza della linea di riferimento. La scala di 100 tese - di Francia - (fig. 23, Pl.

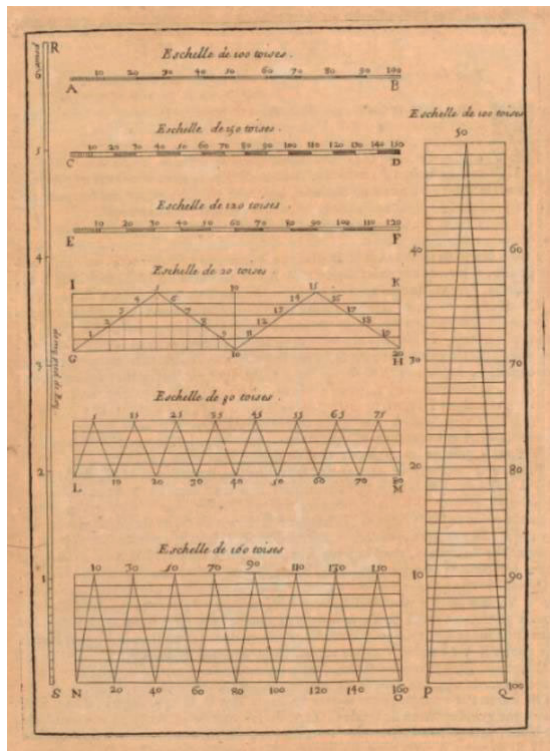


Figura 4. Le scale composte di Bitainvieu (1674, p. 65).

10), permette la misura della singola

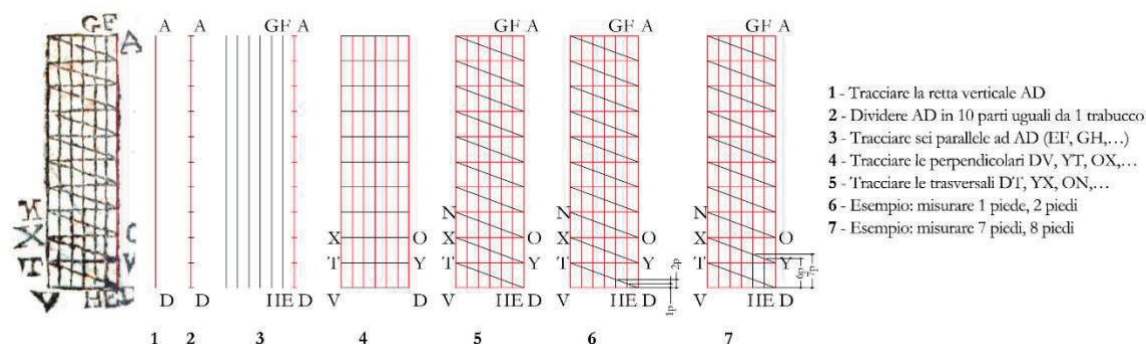


Figura 5. Costruzione della scala composta di Guarini. Analisi grafica: R. Spallone.

unità di tesa (fig. 6). Aumentando opportunamente la distanza tra le parallele orizzontali, e dividendo lo spazio in 6 parti con il tracciamento di 5 orizzontali intermedie, la scala permetterebbe la lettura del piede; in tal caso, come lo stesso autore specifica, “pour éviter la confusion” sarebbe opportuno disegnare le linee intermedie di diverso colore o più leggere o tratteggiate o puntinate.

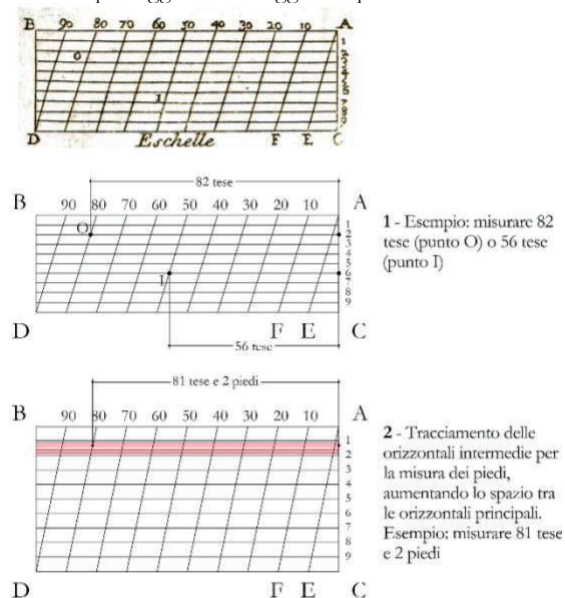


Figura 6. Costruzione della scala composta di Milliet De Chales. Analisi grafica: M.G. Bevilacqua.

### 3. Riverberazioni nella manualistica a finalità didattica

La definizione dell'agrimensura, della cartografia e della topografia come metodologie scientifiche e applicative per la misurazione del territorio e come discipline di studio presso le istituzioni universitarie che preludono alla fondazione dei moderni politecnici, comporta, fra la seconda parte del XVIII secolo e la prima del XIX, la redazione di specifici manuali i cui autori appartengono, in molti casi, ai ranghi militari o al sistema accademico. In tali manuali, il discorso sulle scale grafiche composte sembra riverberare nella funzione didattica le innovazioni conseguite nella trattatistica militare fin dal secolo precedente. Emblematici in tal senso possono

essere considerati i volumi di Louis Charles Dupain de Montesson e di Giovanni Curioni.

Dupain pubblica per la prima volta nel 1766, in forma di manoscritto, il volume *La science de l'arpenteur dans toute son étendue* (Dupain de Montesson 1766). Nella parte iniziale, dedicata alle scale geometriche, l'autore precisa la funzione della scala di far conoscere le dimensioni di una figura e di formarne di simili, nonché il riferimento alla tesa (1,9490 m) come unità di misura. Questa contiene 6 piedi, un piede equivale a 12 pollici, un pollice a 12 linee e una linea a 12 punti. La scala composta consente, per disegni di elevato dettaglio, di assumere con precisione le misure più piccole. Questo tipo di scala può essere tracciata su una riga di rame o di legno, ossia su uno strumento per misurare, oppure su carta. Segue la descrizione della costruzione della scala, che consente di leggere tese e piedi, comprensiva di alcuni esempi.

Curioni nel 1869 dà alle stampe le *Operazioni topografiche* (Curioni 1869), destinate ai professionisti e agli allievi delle scuole d'applicazione per gli Ingegneri. Il testo descrive articolatamente le scale ticoniche o *trasversali*, distinte dalle scale grafiche semplici, utili, come precisato dall'autore, sia nella fase di progetto attraverso il disegno su carta, sia in quella esecutiva, mediante il tracciamento sul terreno. Il ragionamento, esposto anche tramite schemi grafici, descrive le scale in metri, con la definizione di due sottomultipli del decametro (metro e decimetro), quelle in triplometri che legano il disegno con lo strumento di rilevamento, il triplometro appunto, anch'esse con due sottomultipli (m, dm), e quelle in trabucchi, l'unità di misura ormai in disuso in Piemonte, suddivisa in 6 piedi liprandi.

### 4. Conclusioni

Il ricorso alle scale grafiche composte, che come abbiamo visto si diffonde nei disegni in ambito fortificatorio a partire dagli anni '30 del secolo XVII, rientra nel più ampio panorama di strumenti - non solo grafici - utili alla soluzione di problemi complessi, favorito dallo sviluppo del sapere scientifico a partire dalla metà del XVI secolo.

Basate sui principi della similitudine dei triangoli, tali scale affinano la precisione di lettura di qualsivoglia

gradazione; i modelli analizzati, infatti, permettono misure di maggiore precisione laddove la dimensione fisica di una scala graduata semplice non permetta la leggibilità sul foglio - e la conseguente misurabilità col compasso - delle unità e dei sottomultipli. Nella cultura militare del XVII secolo, la costruzione della scala è pertanto operazione propedeutica all'elaborazione del disegno di progetto o alla restituzione di un disegno di rilievo, fornendo uno strumento che permette la conversione tra unità di disegno e unità reali senza il ricorso al calcolo aritmetico. Dal secolo successivo, i metodi di costruzione e impiego di tali scale si affermano nei manuali utilizzati nelle scuole militari e politecniche.

### Riferimenti

Bitainvieu, S. de (Du Breuil, J.), 1674. *L'Art universel des fortifications françoises, hollandoises, espagnoles, italiennes et composées. Avec l'art d'attaquer les places fortifiées par les surprises & par la force, & aussi de défendre les places fortifiées contre les surprises & contre la force*. Troisième édition revue, corrigée & augmentée. Paris: Jacques Du Breil.

Curioni, G., 1869. *Operazioni topografiche*. Tomo IV de L'arte di Fabbricare. Torino: Augusto Federico Negro.

Dupain de Montesson, L. C., 1766. *La Science de l'Arpenteur*. Paris: Goeury.

Dögen, M., 1648. *L'architecture militaire moderne ou fortification: confirmée par diverses histoires tant anciennes que nouvelles, & enrichie des figures des principales forteresses qui sont en l'Europe*. Amsterdam: Louys Elzevier. (edizione originaria 1647).

Fara, A., 2010. L'architettura militare di Raimondo Montecuccoli. Da un inedito trattato agli Aforismi. Incidenze su Guarino Guarini. *Critica d'arte*, n. 43-44, pp. 33-72.

Floriani, P.P., 1654. *Difesa et offesa delle piazze di Pietro Paolo Floriani da Macerata. Opera non solo utile, e necessaria a' capitani, e governatori di fortezze, ma anco di sommo profitto a' studiosi dell'histoire militari, così antiche, come moderne*. Venezia: Francesco Baba (prima edizione 1630).

Guarini, G., 1676. *Trattato di fortificatione, che hora si usa in Fiandra, Francia, et Italia; composto in ossequio del sereniss. principe Lodovico Giulio cavagliere di Savoia*. Torino: Appresso gl'heredi di Carlo Gianelli.

Martini, A., 1883. *Manuale di metrologia, ossia misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli*. Torino: Loescher.

Milliet De Chales, C.F., 1677. *L'art de fortifier, de défendre, et d'attaquer les places, suivant les méthodes françoises, hollandoises, italiennes & espagnoles. Le tout enrichy de figures en taille douce*. Paris: Estienne Michallet.

Ozanam, J., 1694. *Traité de fortification, contenant les méthodes anciennes & modernes pour la construction & la déffense des places, et la manière de les attaquer, expliquée plus au long qu'elle n'a été jusques à present*. Paris: Jean Jombert.

Sardi, P., 1639. *Corno dogale dell'architettura militare di Pietro Sardi Romano dedicato e consecrato al Serenissimo Principe di Venetia*. Venezia: I Giunti.

### Dati biografici degli autori

Marco Giorgio Bevilaqua, ingegnere civile-edile e dottore di ricerca in Scienze e tecniche per le costruzioni civili, è professore ordinario di Disegno presso l'Università di Pisa.

Docente di Disegno dell'architettura 2 e Metodi di rilievo dell'architettura presso il corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile Architettura e di Tecniche di rappresentazione presso il corso di laurea in Ingegneria per il design industriale, è membro del collegio dei docenti del dottorato in Ingegneria dell'energia, dei sistemi, del territorio e delle costruzioni dell'Università di Pisa.

La sua attività di ricerca si colloca principalmente nell'ambito del patrimonio storico architettonico, con approfondimenti a carattere interdisciplinare e metodologico nel settore del rilievo e della rappresentazione digitale per la conoscenza, il restauro e la diagnostica. Negli anni, la ricerca ha affrontato temi di architettura militare e storia della trattatistica, fino ad alcuni episodi di architettura del Novecento.

Attualmente è coordinatore nazionale del progetto INFORTREAT, Reconstructing the Early Modern bastioned front. INFORMATION models for the fruition of constructive knowledge in FORTified architecture TREATises (16th-18th Century): a new integrated analysis tool for the interpretation, restoration and maintenance of Early Modern fortified heritage, finanziato PRIN 2022 - Progetti di Rilevante Interesse Nazionale.

Nel 2018 ha presieduto il convegno internazionale NEXUS 2018 - Relationships between Architecture and Mathematics, e nel 2023 il convegno internazionale FORTMED 2023 – Fortifications of the Mediterranean Coast.

È autore di circa 120 pubblicazioni e ha partecipato come relatore a numerosi convegni internazionali.

Roberta Spallone, architetta e dottoressa di ricerca in Disegno e Rilievo dei Beni Architettonici, professoressa ordinaria di Disegno presso il Politecnico di Torino.

È componente del Collegio di Architettura e del Collegio di Design e Comunicazione e attualmente insegna nel Laboratorio di Disegno e Rilievo e nel corso Tecniche digitali di rappresentazione. Fa parte del Collegio del Dottorato di Ricerca in Patrimonio architettonico.

La sua ricerca si concentra negli ambiti della storia e della critica del disegno architettonico, con particolare attenzione ai trattati di architettura di fortificazione, e sulle tecnologie digitali per l'analisi grafica e la modellazione ricostruttiva. Presidente dell'associazione REAACH (REpresentation Advances And CHallenges), ha presieduto diversi convegni e simposi internazionali, fra i quali si ricordano FORTMED 2018, NEXUS 2023 e REAACH-ID (2020-2021-2022).

È responsabile dell'unità di Ricerca del progetto INFORTREAT finanziato PRIN 2022.

È autrice di circa 230 pubblicazioni e ha partecipato come relatrice a numerosi convegni internazionali.

