

Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences

The digital technologies currently in use for the virtual representation of archaeological sites, and architectural artefacts offer researchers and scholars a wider range of possibilities than a few decades ago. The rapid evolution of ICT applied to the Cultural Heritage field has greatly advantaged the archaeological interpretation's process; the latter, thanks to the development of three-dimensional acquisition, analysis, and visualization methodologies, is now able to extract previously unthinkable information, and to propose reconstructive hypotheses for landscapes, sites and artefacts; moreover, the scientific processes that underlie such works can now become more evident. Especially in the architectural field, ICTs have made clear the interpretation's process integrating data resulting by the field survey with those relating to the state of surface's degradation, finally making them readable directly on the virtual models, thanks to accurate ontologies.

<http://disegnarecon.univaq.it>

This has made it possible to create virtual restoration simulations or, when possible, three-dimensional reconstructions based on analytical readings obtained by crossing the documentary sources with the material traces that can be read directly on the artefacts. Over the years, methodologies and operational practices have been developed in the various fields of Archaeology, Architecture, and Restoration relying on both the theoretical basis of the respective disciplines and on scientific principles borrowed from philology and physical restoration. At international level, numerous research groups have developed approaches focused on scenarios that are very different from one to another; for example the reconstructions of a landscape, at urban or architectural scale, starting from very different scientific and cultural backgrounds.

DOI: <https://doi.org/10.20365/disegnarecon.27.2021.ed>



Ilaria Trizio
Building engineer and PhD in Medieval Archaeology, she is full-time researcher at the Institute for Construction Technologies - CNR. She is responsible of the InnRe-sLab (Distributed Laboratory for documentation, Analysis, Conservation, Valorisation and Regeneration of the Built Environment) and her research fields are related to the survey, representation and documentation of CH.



Emanuel Demetrescu
PhD in Archaeology, he is a researcher at the Institute of Heritage Science - CNR. Specialist in Digital Archaeology, his main research regards the creation of theoretical and methodological links between scientific record in Cultural Heritage and creative industries (3D digital libraries, virtual museums, Open World games and VR experiences) from a Digital Humanist perspective.



Daniele Ferdani
PhD in archaeology, he is researcher at the Institute of Heritage Science - CNR. He took part in several international projects for digitisation, virtual reconstruction and visualization of Cultural Heritage using integrated digital technologies to enhance the interpretation and perception of the past. His research is mostly focused on Building Archaeology, Digital Archaeology and Virtual Museums.

The digital technologies currently in use for virtual representation of archaeological sites and architectural artefacts have greatly evolved in the last decades, and virtual reconstructions have been adopted in Cultural Heritage practice both for scientific simulations and dissemination purposes. Virtual reconstructions have proven to have even greater potentiality. They had a great impact on academic disciplines both in methodological and theoretical aspects, especially in the way in which data are collected, managed, interpreted, and pictured. 3D modelling and visualization have allowed to improve cognitive and interpretative processes for better understanding heritage scenarios, helping scholars to structure complex sources and test interpretative reasoning and simulation in virtual environments. Many applications have been experimented in the archaeology and architecture domains for the simulation of artefacts, ancient buildings or even entire cities and landscapes, which were reconstructed in their hypothetical entirety on the basis of material evidence and sources. Even in the field of digital restoration, 3D models have been used: both as a tool to assist or simulate future physical restoration and to perform digital editions of artwork, especially when restoring the original in its integrity is impossible. Indeed, this way allows to re-establish the unity of style and improve the legibility of damaged artefacts.

This growth has not only involved the academia, but it has also influenced in the main channels of scientific dissemination: museums and Heritage sites. Since the 2000s, digital installations - that implement digitised 3D models and virtual reconstructions to complement, enhance and augment the museum and exhibition experience - have become increasingly popular. The first experiments have been characterized by unsatisfactory results due to the scarce diffusion of adequate technological solutions, the absence of a regulation on simulative processes, and to a science of information still unprepared to formulate adequate communication languages. However, nowadays, more and more cultural sites are upgrading their exhibitions with multimedia itineraries,

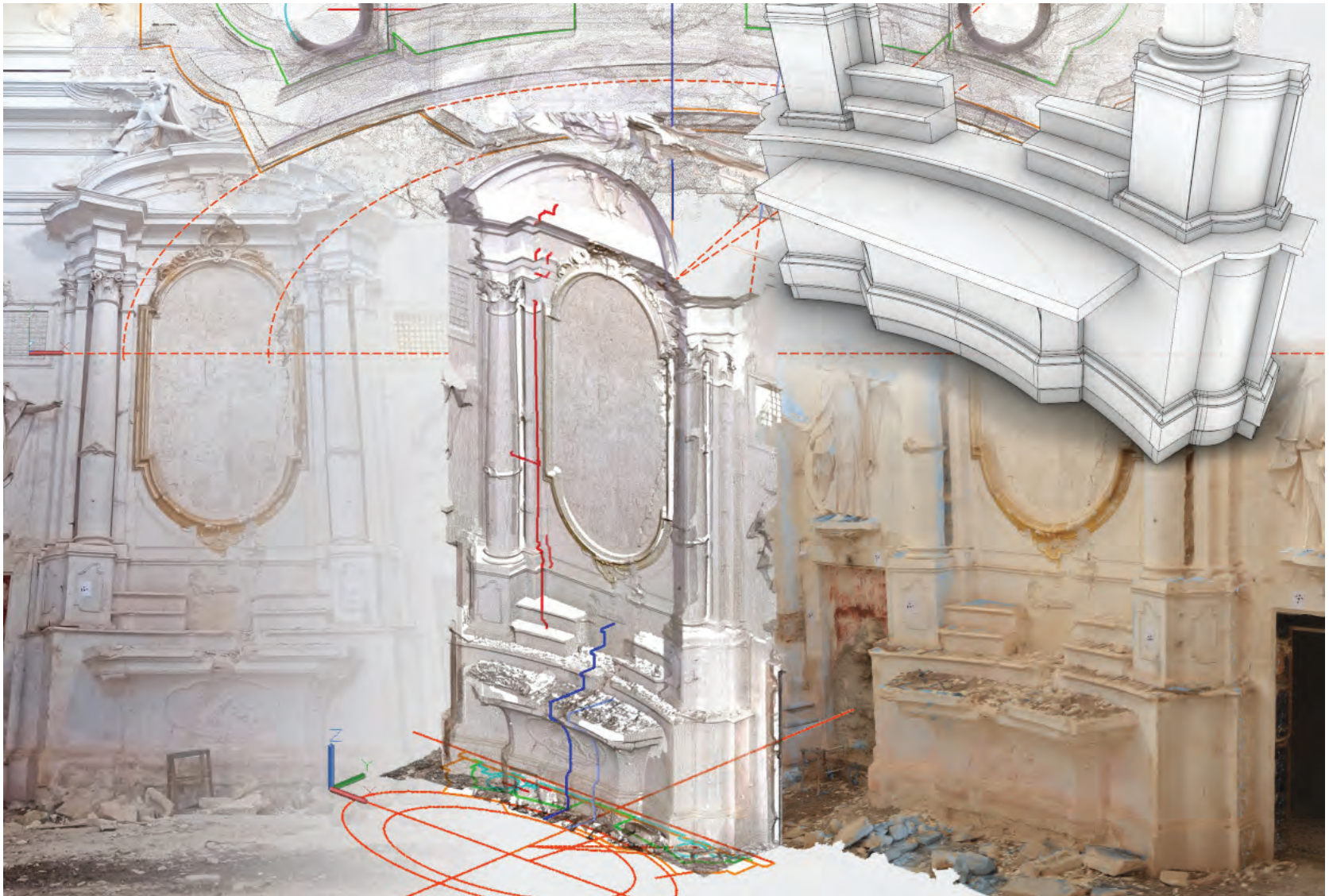
digital applications and virtual museums including virtual reconstructions of the past (involving Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, applied game, etc). The stakeholders, involving and cooperating with creative industries, aim at improving the educational offer and radically changing the way Heritage communicates to visitors. More recently, this large diffusion depends also on the increasingly widespread hybridization of media in digital applications, which borrows and brings together different paradigms and "representation" languages from other fields (theatre, cinema, applied games etc.) to involve users and fix knowledge through a vivid narrative cultural experience.

Benefits and drawbacks, and how these virtual reality models of the past should be properly produced and managed, both in research and communication, have been discussed and criticised in several conferences and is still ongoing. Today we are witnessing a more and more careful, aware and widespread use of virtual reconstructions and restorations in scientific projects and dissemination within exhibitions, museums and heritage sites. Indeed, over the years, in the field of scientific simulation and visualisation, theoretical and methodological aspects and principles have been developed in the various fields of Archaeology, Architecture, and Restoration, relying on both the theoretical basis of the respective disciplines and on scientific principles borrowed from philology and physical restoration to guarantee the reliability of the work and avoid arbitrary interpretations or "black box" reconstructions.

In order to take stock of the scientific debate in this specific field, in the following, we propose below a short overview of all the articles included in this issue of the journal, grouped in macro-themes ranging from the digital reconstruction of disappeared artefacts to the creation of digital models aimed at the virtual use of sites and artworks.

In this issue of the journal *Disegnarecon*, about half of the published contributions deals, with different declinations, with the theme of the digital reconstruction of lost architectural heritage.

Among these, the contribution by Agostino De Rosa, Alessio Bortot and Luca Ruggiero D'Elia tackles this issue using as a case study the convent of the Minims in the current Place des Vosges in Paris, which was almost completely destroyed in the late nineteenth century and the beginning of the twentieth. In particular, the authors develop the eidomatic reconstruction of the lost anamorphoses depicting St. John the Evangelist and the penitent Magdalene, made in the first half of the seventeenth century by fathers Jean François Nicéron and Emmanuel Maignan. The article by Adriana Rossi, Santiago Lillo Giner and Sara Gonizzi Barsanti stands in the same field as the previous. In this work, the philological reconstruction of the artefacts is based on the analysis of the ichnographiae carved in the marble table preserved at the Archaeological Museum of Perugia. From the three horizontal sections meticulously quoted in Roman 'feet' and from the knowledge of the construction techniques of the imperial era and of the formal choices testified by contemporary monuments and/or archaeological findings, the contribution illustrates the reasons, the workflow and the corpus of data at the basis of the reconstruction of the parametric digital model. The contribution by Marina Sender and Ricardo Perelló arises in the field of the reconstruction of artefacts in state of ruin. The case study experimentation is based on the integration of a meticulous collection of archival documents and on an archaeological and typological analysis with a rigorous survey of the ruins. These tools are essential both for the knowledge of the monument and the drafting of the virtual model aimed at recovery the artefact and its enhancement as a cultural heritage. In continuity with the previous is the contribution of Eduardo Carazo, Alvaro Moral and Mario Alaguerro, which use digital technologies to virtually reconstruct the Archbishop's Palace of the Burgos Cathedral, demolished in 1975, to maintain its historical memory and traces of its volumetric consistency, spatial and material. The article by Andrea Zerbi and Sandra Mikolajewska focuses, through an original application, on the problems relating to digital reconstruction and virtual res-



Integrated survey and three-dimensional critical modeling: from data acquisition to the digital model (image by A. Ruggieri).

toration of lost pictorial apparatus. Indeed the article focuses its attention on two activities. The former is the digital reconstruction of a pictorial decoration of the Farnese theatre of Parma destroyed during a bombardment in 1944. The decoration was restored applying texturing techniques on the 3d reconstructive digital model. The latter is a video mapping application aimed at projecting the reconstructed decoration on the wooden proscenium. The contribution by Fausta Fiorillo, Corinna Rossi and Michela Morandi also deals with the reconstruction of lost sites by proposing the digital replication of two artefacts relating to the late Roman settlement of Umm-al Dabadib, in Egypt. The reconstructions were achieved through two approaches, the parametric modeling and NURBS modelling, starting from the photogrammetric point clouds and the results of the metrological analysis of the artefacts remains. Finally, Daniel López Bragado, Marta Alonso Rodríguez and Víctor-Antonio Lafuente Sánchez also use digital reconstruction to be able to preserve the historical memory and the materiality of the chapel of the convent of Santa Marina di Zamora, demolished in 1975. Digital reconstruction was also used to perform a study on the lighting of these lost spaces.

Two contributions deal with the digital reconstruction of industrial archaeology artefacts in an advanced state of decay. Among these, the first one, by Nicolás Gutiérrez Pérez, deals with the graphic and architectural reconstruction of the buildings for sheep shearing of the Segovian region, in Spain. Little or nothing is known about the typology chosen by the author, but it is part of the heritage relating to the Spanish industrial archaeology of the eighteenth century, which has significantly changed the landscape of that region. The contribution carries out reconstruction work based on archival data, on the study of historical cartography and photogrammetry, and on the field survey of the ruins of the surviving buildings. The second one, by Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi, Matteo Molinari and Francesca Paola Mondelli, investigates the most suitable methodologies for documenting industrial archaeology artefacts, starting from two roman

case studies, a pavilion of the ex General Markets and the ex spinning mill located in the San Giovanni district. The knowledge process of the artefacts aims to use the digital model as a useful tool to prepare the process of material recovery of the buildings.

On the other hand, Federico L. del Blanco's contribution addresses the issue of the digital reconstruction of an architecture that has never been built. The author virtually reconstructs a 1960 project by Félix Candela, the one relating to the Cathedral of Villahermosa in Tabasco (Mexico), which envisaged a scenographic use of the overturned "umbrellas" so dear to the architect. The visualization of the design hypothesis, developed using a non-destructive procedural 3D model, also allows the implementation of the original project in Virtual Reality environments.

Another section of the journal explores the potentiality offered by virtual clones and digital models for making predictive hypotheses regarding the restoration phase of the artefacts. The first two contributions in this section deal with particular artefacts such as a wooden altarpiece and ancient statuary. Specifically, the contribution of Francesco Di Paola, Arabella Bombace, Gianfranco Di Miceli and Yuri Alogna describes the workflow aimed at the acquisition of data starting from an integrated survey capable of maintaining a high density of information up to the creation of the digital replica. The case study was a 16th century wooden altarpiece that is exhibited at Palazzo Abatellis in Palermo. The graphic representation of the semantic model is configured as an important tool to support the restoration in which the degradation mapping is carried out with geometric rigor directly on the 3D model, and the executive techniques. Restoration interventions are noted on all the modelled surfaces. On the other hand, Gabriella Liva's article focuses on the possibilities that digital clones of ancient statues, generated by digital photogrammetry, offer in prefiguring appropriate solutions for conservative or integrative restoration. Furthermore, they can be used for dissemination purposes by mean of innovative display that narrate the formal decompositions and exhibit physical replicas obtained by digitization

and 3D printing.

The following two articles apply the same approach on built heritage. In particular, the contribution of Stefano Bertocci, Andrea Arrighetti, Andrea Lumini and Federico Cioli explores the role of the three-dimensional model as a connecting tool between multidisciplinary knowledge. It permits to bring together the result of integrated survey, diagnostic and specialist investigations, and analyse the compatibility of possible interventions and future uses of the artefacts. Finally, the authors underline the possibility to employ 3d model and related data for dissemination purposes in virtual environment. Ludovico Micara's article addresses the same issue by focusing on the Dar Bishi synagogue in Tripoli, designed by Umberto Di Segni. The virtual restoration hypothesizes the original appearance of the pavilion roof of the building, which was built in 1980s during restoration activities. The contribution of Alessandro Bianchi, Domenico D'Uva and Federico Eugeni, goes beyond the architectural scale and focuses on the use of parametric 3d to create multiscale integrative models of monuments. Their multiscale approach can help professionals to evaluate different scenarios and face decisions taking advantage of a continuous interaction between survey and design. The last section of the issue deals with the potential offered by virtual reconstruction and digital technologies. Specifically, the article by Fabrizio Agnello proposes a method to digitally relocate the metope of the temple of Selinunte (currently exhibited in the archaeological museum of Palermo) in their original position by means of equirectangular images. The article by Sandro Parrinello, Alessia Miceli and Francesca Galasso, describes the workflow that starts from the integrated survey of the Ark of Mastino II Della Scala, an impressive cemeterial artefact, and the use of the meticulously acquired data to design and create a serious game. The contribution of Pierpaolo D'Agostino, Raffaele Merone and Francesco Pugliese proposes virtual experience as a fundamental facility to complement the in situ experience of complex archaeological sites such as the Augusteo Aqueduct and its terminal basin, the Mirabilis Pool in Bacoli. The

purpose of this work is to present a tool designed to help visitors understanding archaeological evidences that are difficult to interpret due to their state of conservation. The digital model presented is not only a dissemination tool but also an archive which holds and organises all the data collected during research activities. The contribution of Mónica Val Fiel and Alba Soler-Estrela, deals with Spanish fortresses and castle located in he territory of the valencian community. The goal of the project is to create an interactive virtual reality application which allows the interpretation of historical architecture and of its territorial context. After a test on some specific cases, the article proposes, a general methodology through which data on the Spanish fortified heritage can be virtually explored and queried.

Finally, the issue closes with the contribution of Maria Paola Vozzola that offers a short review of some national and international projects in order reflect and discuss about digitisation and visualisation of artefacts. Furthermore, she opens a discussion about the need of common digital platform to share data among different professional involved in documentation and conservation of Cultural Heritage.

The aim of this special issue on Virtual reconstruction and restoration is intended to provide an overview of the state of the art and a comparison of the different meanings and operational methods, practices and experiences related to virtual restoration and reconstruction, and scientific visualization of assets currently in use in all the disciplinary sectors involved in the documentation, analysis, conservation, and fruition of Cultural Heritage. This special issue is also an opportunity to link different domains and open up a dialogue between architects, archaeologists, restorers, and other experts from different fields.

Ricostruzione e restauro virtuale. Metodologie, prassi operative ed esperienze a confronto

Le tecnologie digitali attualmente in uso per la rappresentazione virtuale dei siti archeologici e dei manufatti architettonici si sono notevolmente evolute negli ultimi decenni e le ricostruzioni virtuali sono state adottate nella pratica dei Beni Culturali sia per simulazioni scientifiche che per scopi divulgativi. Le ricostruzioni virtuali hanno dimostrato di avere un potenziale sempre maggiore. Hanno avuto un grande impatto sulle discipline accademiche sia nell'aspetto metodologico che teorico, in particolare nel modo in cui i dati vengono raccolti, gestiti, interpretati e rappresentati. La modellazione e la visualizzazione 3D hanno permesso di migliorare i processi cognitivi e interpretativi offrendo una migliore comprensione del patrimonio culturale e aiutando gli studiosi a strutturare fonti complesse e testare ragionamenti interpretativi e simulazioni in ambienti virtuali. Molte applicazioni sono state sperimentate in ambito archeologico e architettonico per la simulazione di manufatti, edi-

fici antichi o anche intere città e paesaggi che sono stati ricostruiti nella loro ipotetica interezza sulla base di testimonianze e fonti materiali. Anche nel campo del restauro digitale, i modelli 3D sono stati utilizzati in molti modi: sia come strumento per supportare o simulare futuri restauri materiali, sia per eseguire edizioni digitali di opere d'arte, specialmente quando restaurare l'originale è arduo per motivi legati alla conservazione dell'opera stessa. In questo modo è possibile ristabilire l'unità di stile e migliorare la leggibilità dei manufatti danneggiati.

Questa crescita non ha coinvolto solo il mondo accademico, ma si è ampliata anche nei principali canali di divulgazione scientifica come musei, parchi e siti culturali. Dagli anni 2000, le installazioni digitali - che implementano modelli 3D e ricostruzioni virtuali per completare, migliorare e aumentare l'esperienza museale sono diventate sempre più popolari. Le prime sperimentazioni sono state

caratterizzate da risultati insoddisfacenti a causa della scarsa diffusione di soluzioni tecnologiche adeguate, dell'assenza di una regolamentazione sui processi simulativi e di una scienza dell'informazione ancora impreparata a formulare linguaggi comunicativi adeguati. Tuttavia, nell'ultimo decennio sempre più siti culturali stanno aggiornando le loro mostre con percorsi multimediali, applicazioni digitali e musei virtuali che includono ricostruzioni del passato (fruite mediante realtà virtuale immersiva, realtà aumentata, realtà mista o *applied game*). Gli stakeholder, coinvolgendo e collaborando con le industrie creative, mirano a migliorare l'offerta educativa e a cambiare radicalmente il modo in cui il Patrimonio dialoga con i visitatori. Più recentemente, questa grande diffusione dipende anche dalla sempre più diffusa ibridazione dei media nelle applicazioni digitali che mutua e unisce paradigmi e linguaggi di "rappresentazione" diversi da altri ambiti (teatro, cinema, videogiochi,

ecc.), per coinvolgere gli utenti e contribuire a fissare la conoscenza attraverso esperienze narrate. Vantaggi e svantaggi di tali applicazioni, e le modalità in cui questi modelli di realtà virtuale del passato dovrebbero essere adeguatamente prodotti e gestiti, sia nella ricerca che nella comunicazione è tutt'ora oggetto di dibattito. Oggi assistiamo a un uso sempre più attento, consapevole e diffuso di ricostruzioni e restauri virtuali nei progetti scientifici e alla diffusione all'interno di mostre, musei e siti di interesse culturale. Nel corso degli anni, infatti, nel campo della simulazione e visualizzazione scientifica, sono stati sviluppati aspetti e principi teorici e metodologici nei vari campi dell'Archeologia, Architettura e Restauro basandosi sia sulle basi teoriche delle rispettive discipline sia su principi scientifici mutuati dalla filologia e dal restauro fisico per garantire l'affidabilità dell'opera ed evitare interpretazioni arbitrarie o ricostruzioni troppo perentorie.

Per riuscire a fare il punto del dibattito scientifico in questo campo, si propone di seguito una breve sintesi di tutti gli articoli che compongono questo numero della rivista raggruppati in opportune macrotematiche che spaziano dalla ricostruzione digitale di manufatti scomparsi alla creazione di modelli digitali finalizzati alla fruizione virtuale di siti ed opere.

In questo numero della rivista *Disegnarecon* circa la metà dei contributi pubblicati sviluppa, con declinazioni diverse, il tema della ricostruzione digitale di opere architettoniche andate perdute. Tra questi, il contributo di Agostino De Rosa, Alessio Bortot e Luca Ruggiero D'Elia affronta la tematica utilizzando come caso di studio il convento dei Minimi, nell'attuale Place des Vosges a Parigi, andato quasi completamente distrutto tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX secolo e, in particolare, della ricostruzione eidomatica delle perdute anamorfosi raffiguranti San Giovanni Evangelista e la Maddalena penitente, eseguite nella prima metà del XVII secolo dai padri Jean François Niceron ed Emmanuel Maignan. Nello stesso ambito si pone l'articolo di Adriana Rossi, Santiago Lillo Giner e Sara Gonizzi Barsanti in cui la ricostruzione filologica dei manufatti si basa sull'analisi del-

le *ichnographiae* scolpite nella tavola marmorea conservata presso il museo Archeologico di Perugia. Dalle tre sezioni orizzontali minuziosamente quotate in 'piedi' romani e dalla conoscenza delle tecniche costruttive di epoca imperale e delle scelte formali testimoniate da coevi monumenti e/o risultanze archeologiche il contributo illustra le ragioni, il percorso e il corpus di dati alla base della ricostruzione del modello digitale parametrico. Il contributo di Marina Sender e Ricardo Perelló si pone nel filone della ricostruzione di manufatti in stato di rudere. La sperimentazione sul caso di studio è basata sull'integrazione di una meticolosa raccolta di documenti d'archivio, un'analisi archeologica e tipologica con un rigoroso rilievo dei ruderi, strumenti essenziali per la conoscenza del monumento e la redazione del modello virtuale finalizzato al recupero del manufatto e alla sua valorizzazione come patrimonio culturale. In continuità con il precedente è il contributo di Eduardo Carazo, Álvaro Moral e Mario Alaguero che utilizzano le tecnologie digitali per ricostruire virtualmente il Palazzo Arcivescovile della Cattedrale di Burgos, demolito nel 1975, e per mantenerne la memoria storica e tracce della sua consistenza volumetrica, spaziale e materiale. L'articolo di Andrea Zerbi e Sandra Mikolajewska affronta attraverso un'applicazione originale le problematiche relative alla ricostruzione digitale e al restauro virtuale di apparati pittorici perduti. L'articolo infatti focalizza la propria attenzione sulla ricostruzione digitale delle decorazioni pittoriche del Teatro Farnese di Parma, distrutte durante un raid aereo nel 1944, e rese nuovamente fruibili attraverso la texturizzazione del modello digitale del teatro e un progetto di video mapping finalizzato alla proiezione virtuale delle decorazioni sul boccascena ligneo. Anche il contributo di Fausta Fiorillo, Corinna Rossi e Michela Morandi si occupa della ricostruzione di siti perduti proponendo la replica digitale di due manufatti relativi all'insediamento tardo romano di Umm-al Dabab, in Egitto, attraverso due approcci: la modellazione parametrica e la modellazione NURBS a partire dalle nuvole di punti fotogrammetriche e dai risultati delle analisi metrologiche dei resti

dei manufatti. Infine, anche Daniel López Bragado, Marta Alonso Rodríguez e Víctor-Antonio Lafuente Sánchez utilizzano la ricostruzione digitale per riuscire a conservare la memoria storica della cappella del convento di Santa Marina di Zamora, demolito nel 1975 e la sua matericità nonché ad effettuare uno studio dell'illuminazione di questi spazi scomparsi.

Due contributi affrontano invece la ricostruzione digitale di manufatti di archeologia industriale in stato di avanzato degrado. Tra questi, il primo, di Nicolás Gutiérrez Pérez, si occupa della ricostruzione, grafica e architettonica, degli edifici per la tosatura delle greggi della regione segoviana, in Spagna. Della tipologia scelta dall'autore si sa poco o nulla, ma fa parte del patrimonio relativo all'archeologia industriale spagnola del XVIII secolo che ha modificato notevolmente il paesaggio della regione. Il contributo effettua un lavoro di ricostruzione fondato sui dati d'archivio, sullo studio della cartografia storica e della fotogrammetria, e del rilievo sul campo delle rovine degli edifici superstiti. Il secondo, di Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi, Matteo Molinari e Francesca Paola Mondelli cerca di approfondire le metodologie di rilievo più adatte a documentare i manufatti di archeologia industriale, a partire da due casi di studio romani, un padiglione degli ex Mercati Generali e l'ex Filanda situata in contrada San Giovanni. Il processo di conoscenza dei manufatti mira a utilizzare il modello digitale come strumento utile a predisporre il processo di recupero materico degli edifici.

Il contributo di Federico L. del Blanco affronta invece la tematica della ricostruzione digitale di un'architettura mai realizzata. L'autore ricostruisce virtualmente un progetto del 1960 di Félix Candela, quello relativo alla Cattedrale di Villahermosa a Tabasco (Messico), che prevedeva un utilizzo scenografico degli ombrelli rovesciati tanto cari al progettista. La ricostruzione virtuale dell'ipotesi progettuale, sviluppata utilizzando un modello 3D procedurale non distruttivo, consente inoltre di fruire il progetto originario in Realtà Virtuale.

Un'altra sezione di contributi approfondisce invece le potenzialità che cloni virtuali e modelli digitali possiedono per effettuare ipotesi predittive in me-

rito al restauro dei manufatti. I primi due contributi di questa sezione si occupano di manufatti particolari quali una pala lignea e la statuaria antica. Nello specifico, il contributo di Francesco Di Paola, Arabella Bombace, Gianfranco Di Miceli, Yuri Alogna descrive il flusso di lavoro finalizzato all'acquisizione a partire da un rilievo integrato in grado di mantenere un'elevata densità di informazioni sino alla creazione della replica digitale di una pala d'altare lignea del XVI secolo che è in mostra a Palazzo Abatellis in Palermo. La rappresentazione grafica del modello semantico viene configurata come un importante strumento a supporto del restauro in cui la mappatura del danno viene effettuata con rigore geometrico direttamente sul modello 3D, e annotate le tecniche esecutive e gli interventi di restauro su tutte le superfici modellate. L'articolo di Gabriella Liva si concentra invece sulle possibilità che i cloni digitali di statue dell'antichità, generati da fotogrammetria digitale, offrono nel prefigurare opportune soluzioni di restauro conservativo o integrativo, come anche per la valorizzazione dei beni e promozione in ambito espositivo tramite innovativi allestimenti che narrano le scomposizioni formali ed esibiscono repliche fisiche ottenute mediante digitalizzazione e conseguente stampa 3d.

Dello stesso tono anche se su ambiti applicativi di natura prettamente architettonica sono i due articoli che seguono. In particolare, il contributo di Stefano Bertocci, Andrea Arrighetti, Andrea Lumini e Federico Cioli approfondisce il ruolo del modello tridimensionale quale strumento di connessione tra saperi multidisciplinari nel quale far convergere i risultati del rilievo integrato, delle indagini diagnostiche e specialistiche e sul quale testare la compatibilità dei possibili interventi e gli usi futuri dei manufatti, senza dimenticare la possibilità di ottenere una serie di media digitali destinati alla divulgazione dei dati raccolti e alla fruizione anche virtuale dei beni rappresentati. L'articolo di Ludovico Micara affronta la stessa tematica focalizzandosi sulla sinagoga Dar Bishi di Tripoli progettata da Umberto Di Segni. Il restauro virtuale del manufatto viene affrontato attraverso la realizzazione del modello digitale che vede la

riproposizione della copertura a padiglione originaria dell'edificio, in sostituzione a quella attuale, frutto del restauro degli anni 80. Il contributo di Alessandro Bianchi, Domenico D'Uva e Federico Eugeni si sofferma invece ad analizzare un caso di studio che si estende ad una scala più ampia di quella architettonica. La modellazione integrativa che gli autori propongono per generare il modello 3D parametrico del caso di studio, risulta utile per approfondire il ruolo che il modello multiscalare può avere nell'aiutare i professionisti del restauro a valutare scenari e affrontare decisioni in una sorta di continua interattività tra rilievo e progettazione.

L'ultima sezione del numero invece si sofferma ad analizzare le potenzialità che la ricostruzione virtuale e delle tecnologie digitali offrono per la fruizione virtuale dei manufatti. Nello specifico, l'articolo di Fabrizio Agnello propone un metodo per ricollocare, attraverso l'utilizzo di immagini equirettangolari, le metope del Tempio E di Selinunte, attualmente esposte al Museo Archeologico Salinas di Palermo, con il tempio stesso e con il paesaggio di Selinunte. L'articolo di Sandro Parrinello, Alessia Miceli e Francesca Galasso si muove invece a partire dal rilievo integrato del manufatto scelto come caso di studio, l'Arca di Mastino II Della Scala, un imponente manufatto cimiteriale, e la fruizione dei dati minuziosamente acquisiti a partire da un serious game. Il contributo di Pierpaolo D'Agostino, Raffaele Merone e Francesco Pugliese che propone la fruizione virtuale come attività complementare alla visita in situ di un sito archeologico poco fruibile quale l'Acquedotto Augusteo e del suo bacino terminale, la Piscina Mirabilis a Bacoli. Lo scopo di questo lavoro è quello di presentare un quadro completo per la fruizione e la conoscenza digitale delle tracce archeologiche che compongono il sito. Il modello realizzato intende essere non solo informativo, ma anche uno strumento di supporto ai discenti e un archivio in grado di contenere le informazioni raccolte durante le attività di ricerca. Il contributo di Mónica Val Fiel e Alba Soler-Estrela affronta invece le sfide della conoscenza delle fortezze e dei castelli spagnoli all'interno del territorio della Comunità

Valenciana attraverso un'applicazione interattiva di realtà virtuale, che consenta l'interpretazione dell'architettura storica e del suo contesto territoriale. L'articolo propone, dopo un test su alcuni casi specifici, una metodologia generale attraverso la quale far fruire virtualmente i dati relativi al patrimonio fortificato spagnolo.

Chiude infine il numero il contributo di Maria Paola Vozzola che propone una breve rassegna di alcuni progetti nazionali e internazionali per riflettere sull'utilizzo di modelli virtuali per la rappresentazione e digitalizzazione di manufatti e analizzare il bisogno di utilizzare delle piattaforme digitali comuni ai diversi operatori che si muovono a vario titolo nell'ambito della documentazione e conservazione del Patrimonio Culturale.

L'obiettivo di questo numero speciale su Ricostruzione e restauro virtuale intende pertanto fornire una panoramica sullo stato dell'arte e un confronto tra i diversi significati, modalità operative, pratiche ed esperienze relative al restauro, alla ricostruzione virtuale e alla visualizzazione scientifica dei beni culturali, attualmente in uso in vari settori disciplinari coinvolti nella documentazione, analisi, conservazione e fruizione del patrimonio culturale. Questo numero speciale rappresenta inoltre un'opportunità per collegare ambiti disciplinari diversi e aprire un dialogo tra architetti, archeologi, restauratori e altri esperti in campi differenti