

RILIEVO DEI BENI CULTURALI E RAPPRESENTAZIONE INCLUSIVA PER L'ACCESSIBILITÀ MUSEALE

a cura di

Mario Centofanti
Alberto Sdegno
Paola Cochelli
Veronica Riavis



FrancoAngeli OPEN ACCESS

diségno

direttore Francesca Fatta
director Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una call aperta a tutti e con un forte taglio internazionale.

I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

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

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

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

Comitato Scientifico / Scientific Committee

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

Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

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

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

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

Per saperne di più:

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

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

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

To know more:

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

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

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

RILIEVO DEI BENI CULTURALI E RAPPRESENTAZIONE INCLUSIVA PER L'ACCESSIBILITÀ MUSEALE

a cura di

Mario Centofanti

Alberto Sdegno

Paola Cochelli

Veronica Riavis

RIEVO DEI BENI CULTURALI E RAPPRESENTAZIONE INCLUSIVA PER L'ACCESSIBILITÀ MUSEALE



Relazioni e contributi della PHD *Summer School* svoltasi presso il Museo Archeologico Nazionale di Aquileia e il laboratorio 3D Lab del polo goriziano dell'Università degli Studi di Trieste da 24 al 28 settembre 2018.

Iniziativa promossa dall'Unione Italiana per il Disegno nell'ambito delle attività "UID Survey and Representation Days. Seminari specialistici nelle discipline del Disegno per Dottorandi" con il contributo del Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Trieste, l'organizzazione del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile-Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Trieste interateneo con l'Università degli Studi di Udine.

Museo Archeologico Nazionale di Aquileia

Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Udine.

Comitato Scientifico della *Summer School*

Piero Albisinni
Fabrizio I. Apollonio
Paolo Belardi
Stefano Bertocci
Carlo Bianchini
Vito Cardone
Mario Centofanti
Emanuela Chiavoni
Michela Cigola
Antonio Conte
Antonella di Luggo
Mario Docci
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Andrea Giordano
Elena Ippoliti
Francesco Maggio
Anna Marotta
Livio Sacchi
Rossella Salerno
Alberto Sdegno
Ornella Zerlenga

Comitato di coordinamento

Mario Centofanti
Elena Ippoliti
Francesca Fatta
Emanuela Chiavoni
Alberto Sdegno

Referente per la PHD *Summer School* Aquila-Gorizia

Alberto Sdegno

Impaginazione

Paola Cochelli
Veronica Riavis

Copertina

Veronica Riavis

ISBN (online): 9788835154860
<https://doi.org/10.3280/OA-1040>

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

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

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

Indice

Prefazione <i>Francesca Fatta</i>	9
Presentazione <i>Mario Centofanti</i>	13
Introduzione <i>Alberto Sdegno</i>	17
Il ruolo dei modelli virtuali 3D nella conservazione del patrimonio architettonico e archeologico <i>Mario Dacci</i>	25
Il progetto per un'accessibilità ampliata del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia <i>Marta Novello, Elena Braidotti</i>	39
Accessibilità e patrimonio culturale: alcuni spunti di riflessione per nuovi approcci progettuali <i>Ilaria Garofolo</i>	51
Rilievo e ricostruzione dell'anfiteatro romano di Milano <i>Giuseppe Amoruso</i>	63
Il ruolo della traduzione audiovisiva nel percorso verso la fruibilità dell'opera d'arte <i>Elisa Perego</i>	77
Toccare con mano. Dalla comunicazione ottica alla comunicazione aptica <i>Ivana Passamani</i>	91

Non si vive di sola visione! Il tatto e la sfida per un futuro “accessibile” <i>Aldo Grassini</i>	109
Toccare con gli occhi e vedere con le mani. Funzioni cognitive e conoscitive dell'educazione estetica <i>Loretta Secchi</i>	119
La sensorialità nei musei: appunti sull'accessibilità delle informazioni per la percezione degli ambienti espositivi <i>Christina Conti</i>	133
Técnicas de musealización virtual mediante fotogrametría automatizada <i>SfM</i> <i>Pedro Manuel Cabezas Bernal</i>	141
“Gorizia contatto”: per un patrimonio culturale più accessibile a non vedenti e ipovedenti <i>Silvia Grion</i>	153
Rilievo e percezione tattile di sculture con le nuove tecnologie <i>Alberto Sdegno</i>	167
Notes sull'attività laboratoriale <i>Alberto Sdegno</i>	183
Dal rilievo fotogrammetrico, al modello teorico, alla stampa 3D. Il caso di una pigna scolpita tra il I e il II secolo d.C. <i>Antonio Camassa</i>	189
Dall'acquisizione digitale alla stampa 3D per la comprensione tattile. <i>L'applique con testa di vento</i> <i>Paola Cochelli</i>	197
Patrimonio culturale tra narrazione e nuove tecnologie nella ridefinizione del ruolo del museo <i>Sara Eliche</i>	203
Artefatti comunicativi 3D per l'accesso al patrimonio culturale. Il <i>Sulcus primigenius</i> e l' <i>Edicola con ritratto di defunto</i> <i>Francesca Guadagnoli</i>	211
Modellazione fotografica con Photoscan. Realizzazione del modello 3D dell' <i>Opera maschile con cingulum</i> <i>Andrea Improta</i>	221

Fotomodellazione con Photoscan. Realizzazione del modello 3D del <i>Medaglione della dea Roma</i> <i>Gianluca Manna</i>	227
Applicazioni museali di rilievo massivo e sperimentazioni sulla illuminazione in ambito fotogrammetrico <i>Sofia Menconero</i>	233
Metodologie di rilievo speditivo per la documentazione e la prototipazione di due reperti archeologici del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia <i>Sandra Mikolajewska</i>	241
Un'esperienza di rilievo non invasiva. Fotomodellazione del <i>Plinto di Giove Ammone</i> <i>Carla Mottola</i>	249
Digitalizzazione del patrimonio archeologico attraverso acquisizioni <i>image-based</i> . <i>Urna con banchetto</i> e <i>Bassorilievo</i> del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia <i>Margherita Pulcrano</i>	257
Acquisizione e prototipazione per la rappresentazione aptica inclusiva. Sperimentazioni al Museo Archeologico Nazionale di Aquileia <i>Veronica Riavis</i>	265
Fotomodellazione per l'ottenimento del <i>digital twin</i> di un manufatto archeologico <i>Pablo Angel Ruffino</i>	273

Prefazione

Francesca Fatta

La ripresa dell'attività formativa legata a una riformulazione della Scuola di Dottorato Nazionale ha rappresentato uno dei punti programmatici dell'Unione Italiana per il Disegno. Occorre risalire al 2014, al programma del precedente presidente Vito Cardone, che indicava come uno degli "obiettivi strategici prioritari" una nuova struttura atta a sostituire la Scuola Nazionale di Dottorato di fatto scomparsa per la soppressione dei corsi di Dottorato monodisciplinari ICAR/17 che la costituivano.

E così, nel settembre 2018, sempre con Vito Cardone, si è varata la prima sperimentazione di workshop ad Aquileia destinati a dottorandi che svolgono la loro attività di ricerca nell'ambito del Disegno. Oggi, con una situazione fortemente frammentata e variabile che riguarda il terzo livello di formazione, il coraggio di riprendere non ci manca e questa prima esperienza, che ambisce a ripetersi e a diventare biennale, ci ha dato la conferma che si può fare.

Il volume esce dopo vari anni dalla conclusione e questo ritardo che può apparire come un limite, in realtà vuol essere un atto di fiducia e di speranza per una prossima iniziativa già programmata ma più volte rinviata per i noti motivi di sicurezza anti Covid-19 che ci auguriamo possano essere presto superati.

Nel primo workshop che è testimoniato in queste pagine si è affrontato il tema delle discipline del Disegno legate alla accessibilità e alla fruizione dei beni culturali e dei beni museali; un aspetto che impegna a diverso titolo tutto il settore disciplinare, anche per le importanti commistioni con le altre scienze; tale condizione di collaborazione rappresenta una opportunità imprescindibile per rafforzare l'impegno scientifico del Dottorato, senza il quale rischieremmo di cadere negli errori praticati negli spazi chiusi e autoreferenziali di una ricerca peraltro irricognoscibile sul piano internazionale.



In questo primo avvio delle attività intensive promosse dalla Scuola Nazionale di Dottorato, il Comitato Tecnico Scientifico della Unione Italiana per il Disegno ha affidato il ruolo di coordinamento scientifico e organizzativo a Mario Centofanti e Alberto Sdegno. Quest'ultimo ha avuto l'importante ruolo di collegamento tra la Scuola di Dottorato e il territorio friulano di riferimento, puntato sulla specifica collaborazione con il Museo Archeologico Nazionale di Aquileia.

In questo quadro organizzativo nelle giornate di fine settembre 2018 tutti coloro che sono stati coinvolti – dottorandi di ricerca, docenti e tutors – hanno vissuto in modo pieno un contesto culturale e concreto estremamente stimolante.

Le lezioni teoriche e le sperimentazioni si sono alternate e integrate secondo un percorso che ha affrontato l'aspetto della digitalizzazione e della accessibilità aperta e democratica nei luoghi della cultura.

Come affermato, il Disegno, la rappresentazione in generale, da molti anni svolge un'intensa attività di ricerca e di sperimentazione, raccogliendo la sfida lanciata dal MiBACT di aumentare le performance dei musei italiani e dei luoghi della cultura mediante l'uso del digitale, della realtà aumentata e della stampa 3D, potenziando in modo consapevole l'aspetto tecnologico della comunicazione, fruizione e valorizzazione del patrimonio culturale. Ormai da anni si progetta per un modello di museo connesso, orientato a un'ampia accessibilità culturale attraverso le moderne tecnologie ICT.

La stretta connessione tra il mondo delle *digital humanities* e il tema del *cultural heritage* apre a una visione più ampia sull'impiego di soluzioni tecnologiche avanzate nel campo della rappresentazione e nuove forme di accessibilità che allargano, di fatto, le fruizioni museologiche e museografiche. In questa direzione vanno oggi i "Centri di Documentazione" e, in particolare, i "Centri di Interpretazione" del patrimonio culturale e, in particolare, del patrimonio archeologico.

Un sistema museale accessibile oggi non può fare a meno di una banca dati raggiungibile attraverso molteplici dispositivi, dai semplici *device* portatili, ai più complessi tavoli interattivi, per giungere infine alle librerie multimediali.

Multimedialità, interattività e *gaming* sono i caratteri che più degli altri connotano l'esperienza museale e, in tal senso, il compito di veicolare le informazioni è affidato più all'immagine che al testo scritto. Nello spazio digitale sembra essere di nuovo attuale il metodo *learning by doing*; all'apprendimento passivo si sostituisce quello attivo basato sull'esperienza diretta (in genere breve e coinvolgente). Copie digitali di testi e opere d'arte, ricostruzioni 3D di edifici e ambienti parzialmente perduti, simulazioni di accadimenti del passato che qualificano oggi i centri

di Interpretazione, vedono i ricercatori delle discipline legate al rilievo digitale e alla rappresentazione infografica, in prima linea nella realizzazione dei contenuti multimediali atti a comunicare correttamente gli esiti degli studi sul patrimonio materiale e immateriale presente o al di fuori dei centri stessi.

L'incontro tra dottorandi ad Aquileia ci è sembrato un terreno di sperimentazione ideale, sia per le caratteristiche del luogo che per l'accoglienza ricevuta. Si è testato così un sistema di scambio formativo e culturale che le tecnologie digitali assolvono a una funzione importante, in relazione soprattutto al processo di partecipazione e ricreazione del patrimonio stesso.

Autrice

Francesca Fatta

Presidente Unione Italiana per il Disegno

Dipartimento di Architettura e Territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria

ffatta@unirc.it

Presentazione

Mario Centofanti

L' UID, Unione Italiana per il Disegno, è una associazione scientifica e culturale senza fini di lucro, che persegue gli obiettivi statutari di “[...] sviluppare, promuovere, coordinare l'attività della ricerca scientifica nel settore del Disegno”, nonché “[...] promuovere il coordinamento e lo sviluppo dell'attività didattica delle discipline del Disegno, sulla scorta delle innovazioni scientifiche anche attraverso apporti pluridisciplinari”. L'UID sin dalla istituzione del Dottorato in Italia (1980) è sempre stato in prima linea nel fiancheggiamento delle iniziative istituzionali di cui erano e sono partecipi i suoi soci.

Pertanto nella rilettura, qui appena tratteggiata, della storia del rapporto tra UID e Dottorato di Ricerca, si possono ricercare l'origine e le ragioni dell'iniziativa che oggi inauguriamo.

Il Dottorato di Ricerca italiano è stato istituito con il Decreto del Presidente della Repubblica 11 novembre 1980, n. 382, dal titolo *Riordinamento della docenza universitaria, relativa fascia di formazione nonché sperimentazione organizzativa e didattica*.

Il Dottorato di Ricerca era definito “quale titolo accademico valutabile unicamente nell'ambito della ricerca scientifica” e destinato “all'approfondimento delle metodologie per la ricerca nei rispettivi settori della formazione scientifica”. Le sedi ove poter istituire un Dottorato erano identificate con le “Facoltà e i Dipartimenti individuati sulla base di criteri generali di programmazione” che tenessero conto “delle esigenze complessive e di quelle settoriali della ricerca scientifica”.

Risultavano incentivate le forme di collaborazione tra diverse Università, anche straniere, nelle quali erano “notoriamente sviluppate le tematiche di ricerca nei settori disciplinari per i quali si intendeva istituire il Dottorato”. Netta dunque l'accentuazione sui risultati della ricerca come elemento dirimente per la valutazione del percorso di formazione.



Il Dottorato, infatti, era conferito a chi aveva conseguito, “a conclusione del corso, risultati di rilevante valore scientifico documentati da una dissertazione finale scritta o da un lavoro grafico”.

La istituzione del Dottorato porta l'area del Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 – Disegno, ad assumere immediatamente un ruolo propositivo. Vengono costituiti due Consorzi inter-ateneo per la gestione di Dottorati nelle discipline del Rilievo e della Rappresentazione. Il primo composto dalla Facoltà di Architettura di Palermo (sede amministrativa), dalla Facoltà di Architettura di Firenze, dalla Facoltà di Architettura di Napoli, dall'Istituto Universitario Statale di Architettura di Reggio Calabria. Il secondo dalla Facoltà di Architettura di Genova (sede amministrativa) e dalla Facoltà di Ingegneria di Palermo.

Passano ben 18 anni prima che si profili una profonda mutazione del Dottorato sia a livello di contenuti che di organizzazione. Mutazione che coincide temporalmente e si sovrappone al Processo di Bologna che, come ampiamente noto, rappresenta uno snodo fondamentale nella storia della Università Italiana. Il Processo di Bologna si avvia nel 1999, con la Conferenza di Bologna dei Ministri dell'Istruzione Superiore europei, come accordo intergovernativo di collaborazione nel settore dell'Istruzione superiore, con l'obiettivo di costruire una “Società della Conoscenza” fondata sui pilastri dello “Spazio Europeo dell'Istruzione Superiore” e dello “Spazio Europeo della Ricerca”, e basata su principi e criteri condivisi tra i Paesi firmatari.

La Legge del 3 luglio 1998, n. 210, *Norme per il reclutamento dei ricercatori e dei professori universitari di ruolo*, cui fa seguito il Decreto Ministeriale n. 224, del 30 aprile 1999, *Regolamento in materia di dottorato di ricerca*, innovano radicalmente il Dottorato ri-definito come titolo, non più solo accademico, ma spendibile anche all'esterno dell'Università: “I corsi per il conseguimento del Dottorato di Ricerca forniscono le competenze necessarie per esercitare, presso Università, enti pubblici o soggetti privati, attività di ricerca di alta qualificazione” [art. 4 - L. 210/98].

È inoltre prevista, per la prima volta, “la valutabilità dei titoli di Dottorato di Ricerca, ai fini dell'ammissione a concorsi pubblici per attività di ricerca non universitaria”.

Altra innovazione riguarda il percorso formativo e la enfaticizzazione del ruolo della didattica nel conseguimento del titolo e, in particolare, la definizione degli obiettivi formativi e del programma di studi.

Questa nuova impostazione condiziona la individuazione dei requisiti che le sedi devono possedere come: “La possibilità di collaborazione con soggetti pubblici o privati, italiani o stranieri, che consenta ai dottorandi lo svolgimento di esperienze in un contesto di attività lavorative” [art. 2, D.M. 162/1999].

Sono molteplici, in tal senso, le raccomandazioni per un più stretto rapporto tra Università e mondo del lavoro, fino a dare la possibilità di concordare il programma del Dottorato con soggetti esterni, quali piccole e medie imprese o imprese artigiane.

Si profila in definitiva, in riferimento al più ampio quadro europeo, la trasformazione del Dottorato in un momento di formazione alla ricerca, composto da un'irrinunciabile parte didattica, anche interdisciplinare, e l'apertura del Dottorato al mondo extra-universitario, sia nella fase di progettazione dei corsi (e del loro finanziamento) sia come possibile sbocco occupazionale.

In tale contesto è istituita nel 2005 la Scuola Nazionale di Dottorato in Scienza del Rilievo e della Rappresentazione. Le sedi consorziate sono: Università "Gabriele d'Annunzio" Chieti – Pescara, Sapienza Università di Roma, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Politecnico di Bari, Facoltà di Architettura di Siracusa, Università degli Studi di Palermo, Università degli Studi di Firenze (sede amministrativa).

Ma in parallelo nasce anche la "Rete nazionale ICAR/I7" tra i curricula di Disegno esistenti sul territorio alla quale aderiscono l'Università della Basilicata, il Politecnico di Milano, l'Università di Napoli "Federico II", l'Università degli Studi di Parma, l'Università degli Studi di Perugia, il Politecnico di Torino, l'Università degli Studi di Genova.

Ma il rallentamento dell'economia, iniziato in Italia all'inizio degli anni Duemila, poi trasformatosi nella grande crisi globale del 2008-2013, porta a difficoltà sempre maggiori nei finanziamenti pubblici al sistema universitario e a un rapido ripensamento dell'autonomia universitaria entro un quadro di controlli e valutazioni sempre più stringenti da parte dello Stato centrale.

La riforma del sistema universitario è conseguente alla Legge 30 dicembre 2010, n. 240, *Norme in materia di organizzazione delle università, di personale accademico e reclutamento, nonché delega al Governo per incentivare la qualità e l'efficienza del sistema universitario*, e, per quanto riguarda il Dottorato, al successivo Decreto Ministeriale 8 febbraio 2013 n. 45, *Regolamento recante modalità di accreditamento delle sedi e dei corsi di dottorato e criteri per la istituzione dei corsi di dottorato da parte degli enti accreditati*, nonché alla Nota 24 marzo 2014, protocollo n. 436, *Linee guida per l'accreditamento dei corsi di dottorato*.

Il D.M. 45/2013 stabilisce che "[...] le modalità di accreditamento delle sedi e dei corsi di Dottorato, quale condizione necessaria ai fini dell'istituzione e dell'attivazione dei corsi [...] sono disciplinate con decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, su proposta dell'ANVUR".

E ancora "[...] il Dottorato di ricerca fornisce le competenze necessarie per esercitare attività di ricerca di alta qualificazione presso soggetti

pubblici e privati, nonché qualificanti anche nell'esercizio delle libere professioni, contribuendo alla realizzazione dello Spazio Europeo dell'Alta Formazione e dello Spazio Europeo della Ricerca''.

L'organizzazione delle università orientata dalla Legge Gelmini verso la formazione di grandi Dipartimenti multidisciplinari, finisce con lo spingere quasi tutti gli atenei italiani a organizzare i corsi di dottorato per dipartimento.

Gli effetti dell'applicazione del D.M. 45/2013 e delle successive Linee guida ministeriali del 2014 risultarono subito evidenti negli esiti di una sensibile diminuzione numerica dei corsi di Dottorato e di un deciso orientamento in senso interdisciplinare.

In tale contesto non trova più adeguata collocazione una Scuola di Dottorato disciplinare e di conseguenza la Scuola Nazionale di Dottorato in Scienza del Rilievo e della Rappresentazione di fatto esaurisce il proprio ruolo, pur con un bilancio di attività formativa, quasi decennale, altamente positivo.

È a questo punto che l'UID per dare rinnovato seguito al suo ruolo statutario di promozione e sviluppo della formazione e della ricerca nelle discipline dell'area del Disegno, procede alla elaborazione – nelle sedi istituzionali dell'Assemblea dei Soci (Firenze 2016) e del Comitato Tecnico Scientifico CTS – di proposte inerenti alla conduzione di attività formative di completamento e affiancamento alle attività formative dei Dottorati di Ricerca, ormai Dipartimentali e Interdisciplinari.

Il CTS dell'UID, nella seduta del 15 maggio 2017, ha deliberato di avviare cicli di seminari di studio, riservati ai dottorandi di ricerca, con tesi all'interno dell'ambito disciplinare ICAR/17, denominati *UID Survey and Representation Days PhD – Seminari specialistici nelle discipline del Disegno per dottorandi* quali opportunità formative aggiuntive in merito a tematiche specifiche e/o specialistiche dei Dottorati di Ricerca.

All'apertura del primo seminario, dunque, i migliori auguri di buon lavoro a docenti e dottorandi.

Autore

Mario Centofanti

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila
mario.centofanti@univaq.it

Rilievo e ricostruzione dell'anfiteatro romano di Milano

Giuseppe Amoroso

In the field of cultural heritage -artistic, architectural and archaeological- the use of advanced survey and modeling techniques allows to conduct analysis and to reconstruct three-dimensionally even past-era architecture of which limited traces are present to date. These potentials are highlighted by the case study of the lost Roman amphitheatre in Milan.

Starting from the point cloud obtained by laser scanning survey of the remains, it was possible to reconstruct the entire building in its three-dimensionality and make important discoveries about the geometric traces that generated it.

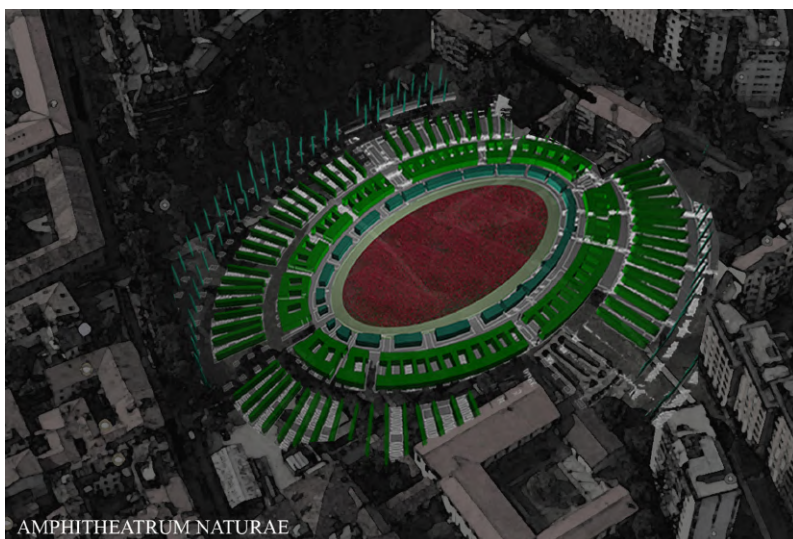


Fig. 1. Simulazione planimetrica dell'anfiteatro romano di Milano.



Nell'ambito archeologico e, più in generale dei beni culturali, si stanno diffondendo tecniche di modellazione e simulazione che utilizzano algoritmi generativi a integrazione e sviluppo 3D dei dati provenienti dal rilievo in sito.

Nel caso dell'anfiteatro romano di Milano, di cui rimangono 8 setti di fondazione e alcune porzioni murarie, è stato applicato e verificato un metodo grafico generativo per ricostruirne virtualmente la composizione geometrica piuttosto che quella architettonica, che sarà oggetto di un ulteriore sviluppo della ricerca.

Dopo l'analisi comparata delle diverse ipotesi ricostruttive descritte in letteratura e l'esecuzione del rilievo in sito, la ricerca ha verificato le rappresentazioni della geometria dell'anfiteatro impostando parametri e vincoli: geometria dell'ovale, rapporto tra larghezza e lunghezza degli assi e triangolo generatore.

L'obiettivo è testare le tecniche generative di simulazione in ambito archeologico per una successiva fruizione esperienziale dell'area.

I teatri e gli anfiteatri rappresentano un patrimonio universale che la Roma antica ci ha lasciato e dal punto di vista costruttivo e architettonico sono tra gli edifici più affascinanti e complessi: sia per la complessa genesi geometrica dovuta al tracciamento in cantiere di figure di grandi dimensioni che per la sintesi compositiva, che è diventata un paradigma di riferimento per secoli e secoli. Tra gli edifici più caratteristici e giganteschi conosciuti soprattutto per il grande spettacolo dei combattimenti dei gladiatori (*ludi munera*) e delle cacce di animali selvaggi (*venationes*) e, dove possibile, dei combattimenti sulle barche (*naumachia*) promossi dall'Imperatore, erano presenti in tutte le principali città dell'Impero romano.

L'Italia annovera non solo lo straordinario Colosseo ma anche numerosi resti disseminati per tutto l'Impero romano, come ad esempio Verona, Arezzo (*Arretium*), L'Aquila (*Amiternum*), Lecce (*Lupiae*) e nella stessa *Mediolanum*, che fu protagonista della storia dell'Impero romano per molti secoli. Milano romana, grazie alla sua rilevante posizione militare, politica ed economica fu scelta capitale dell'Impero romano d'Occidente dal 286 al 402 d.C. a seguito della divisione dell'Impero romano da parte di Diocleziano [Welch 2009].

Gli studi archeologici forniscono differenti ipotesi sulla tipologia architettonica con ricostruzioni e rappresentazioni di difficile validazione poiché della struttura originale sono sopravvissuti solo 8 setti di fondazione, tuttora affioranti dopo le numerose campagne di scavo, mentre le restanti porzioni murarie, sparse per tutto il sito, furono quasi completamente spoliate e i pochi frammenti rimasti sono stati interrati. Fu infatti spoliato e distrutto per costruire, poco distante, la Basilica di

San Lorenzo tra la fine del IV e l'inizio del V secolo, prima della totale distruzione nel V secolo a causa delle invasioni barbariche.

Negli anni recenti sono state avviate campagne di studio e ricostruzione virtuale di molti anfiteatri allo scopo di valorizzare tali strutture, spesso frammentate o al di sotto degli abitati; nel caso di Milano, è in via di realizzazione un progetto di allestimento della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di Milano per un *viridarium* al fine di rivitalizzare il parco archeologico dell'anfiteatro romano. Il progetto prevede di farne un *Amphitheatrum viridans* per recuperare la memoria della Milano romana: un grande giardino ellittico verdeggiante con l'inserimento di elementi arborei tradizionalmente appartenenti alla topiaria antica (bosso, mortella e cipressi) per tracciare l'impronta planimetrica dell'anfiteatro perduto (fig. 1). Alla città di Milano sarà donato un giardino di circa 22.400 metri quadri che riproduce la pianta dell'antica costruzione romana capace di ospitare, secondo le stime, fino a 30.000 spettatori.

Per approfondire l'origine geometrico-proporzionale dell'arena, che attraverso lo sviluppo concentrico delle strutture portanti determina l'impronta finale della struttura, è necessario considerare diverse alternative tipologiche: la curva policentrica denominata ovale, a 4 e a 8 centri, e l'ellisse come luogo geometrico; inoltre si introduce anche il concetto di triangolo generatore, come anche indicato dalle costruzioni grafiche presentate da Sebastiano Serlio.

La forma di un anfiteatro deriva dal tracciamento, operato da 4 squadre di agrimensori, di una curva conica o policentrica, cioè un'ellisse o un ovale: in particolare Balbo, il più conosciuto tra gli agrimensori di Traiano, afferma che l'arena degli anfiteatri è costruita a partire da 4 archi di circonferenza: "*ex pluribus circulis forma sine angulo ut harenae ex quattuor circulis*" [Libertini 2018].

Un dettagliato studio tipologico di Jean-Claude Golvin presenta numerose tabelle comparative con le indicazioni delle misure canoniche di quasi tutti gli anfiteatri [Golvin 1988], mentre Mark Wilson Jones pubblica un ulteriore sviluppo di tali analisi nel saggio *Designing Amphitheatres* [Wilson Jones 1993]; la forma di molti anfiteatri romani si basa sul tracciamento di un ovale, cioè una curva policentrica a 4 centri anziché quella dell'ellisse, che è stata poco utilizzata.

L'ovale è una figura composita, molto prossima all'ellisse tanto che la differenza tra le due curve è davvero minima anche se le costruzioni geometriche sono molto diverse; l'ovale è formato da 2 coppie di archi di circonferenza di raggio differente che si incontrano nel punto in cui gli archi condividono la stessa tangente. L'ovale più semplice è quello a 4 centri, due sull'asse maggiore e due sull'asse minore, secondo le

note costruzioni di Serlio; più il numero di centri aumenta più la forma dell'ovale richiama quella di un'ellisse. Di assoluto riferimento sono gli studi e i rilievi del Colosseo diretti da Mario Docci e pubblicati sulla Rivista *Disegnare. Idee e immagini* [18-19, 1999]; i contributi di Docci, Migliari, Casale, Michetti, De Rubertis, Sciacchitano e Trevisan, e altri, affrontano la questione della forma tra l'ipotesi che sia stato ideato di forma ellittica e gli studi geometrici che evidenziano che sia stato tracciato con la forma di un ovale.

Mario Docci infatti scrive, a proposito del Colosseo, che “se si trattasse davvero di un'ellisse non si spiega come mai gli 80 assi dei fornic convergano, con uno scarto davvero irrisorio, in 4 punti precisi, eccetto gli assi di 4 fornic che convergono in altri punti situati sull'asse maggiore e sull'asse minore dell'anfiteatro”. Inoltre un'altra osservazione che elimina ogni dubbio sulla forma costruttiva dell'Anfiteatro Flavio è che “La larghezza dei deambulatori misurata secondo la direzione degli assi dei setti appare costante per tutte le parti dell'anfiteatro. Sappiamo che ellissi aventi in comune gli assi dei setti non sono equidistanti rispetto alla direzione stessa dei setti. Una regola della costruzione dell'ellisse non permette di costruire due ellissi parallele avendo gli stessi fuochi”. Inoltre dall'analisi di Docci emerge come il triangolo sacro era, secondo i *mensores aedificiorum*, lo schema di cui i Romani si servivano per il tracciamento dell'arena degli anfiteatri. Infatti, i cateti dei 4 triangoli rettangoli che individuano i centri dei 4 archi di circonferenza sono molto prossimi al rapporto dei cateti del triangolo sacro o triangolo pitagorico ossia 3:4:5.

Analizzando le planimetrie degli anfiteatri di Roma e Verona è stato dimostrato che in entrambi i casi gli ovali a 4 centri interpolano solo a grandi linee le strutture perimetrali, mentre sia ovali a 8 centri che ellissi non solo interpolano i punti con scarti più che dimezzati, ma anche con distribuzione degli errori molto più indifferenziata e casuale [Trevisan 1999].

In numerosi anfiteatri la distanza tra l'arena e il perimetro esterno è costante come conseguenza della perfetta concentricità degli anelli della cavea. Ipotesi avallata dalla circostanza che “in realtà non esistono ellissi concentriche ed equidistanti, e dunque parallele tra loro, poiché – a esclusione degli assi di simmetria – non esistono rette che siano contemporaneamente perpendicolari all'una e all'altra ellisse” [Trevisan 1999]. Wilson Jones nel suo studio, che riguarda gli anfiteatri di età imperiale (Pola, Verona, Roma, Pozzuoli, Nîmes, ecc.), ha verificato che gli anelli relativi alla cavea sono perfettamente concentrici (nel Colosseo lo scarto è di soli 4 cm); la forma di questi ultimi non può essere che un ovale.



Fig. 2. Sezioni orizzontali e verticali tratte dalla nuvola di punti dell'anfiteatro romano di Milano.

Secondo Golvin e Wilson Jones, la forma di alcuni anfiteatri romani si origina da un ovale.

Per l'anfiteatro di Milano, Mario Mirabella Roberti, parlando dell'arena, utilizza la parola ellisse mentre altri autori, in riferimento alla forma dell'arena (la parte centrale dell'anfiteatro, usata per giochi e lotte coperte dall'arena o dalla sabbia), parlano esplicitamente di ovale. Solo nel 1973 alcune pareti radiali dell'anfiteatro furono portate alla luce; gli scavi condotti da Mirabella Roberti, anche integrando le indagini di Calderini del 1931 e del 1938, hanno permesso di conoscere la geometria dell'anfiteatro. Mirabella Roberti scrive: "aveva la forma tipica degli anfiteatri romani: un'ellisse, i cui due assi principali erano di 155 e 125 metri (un rapporto canonico 1,24 come descritto anche da Cozzo) [Cozzo 1971], l'asse maggiore, quasi orientato sulla linea est-ovest, con un corpo di almeno 32 metri".

L'anfiteatro di Milano viene considerato di dimensioni "medie" rispetto all'Arena di Verona, leggermente più piccola (152,49 x 123,24 metri), e a quella di Pola di 132,45 x 105,10 metri; il Colosseo, il più grande di tutti, misura 188 x 156 metri. Le fondamenta dell'anfiteatro di Milano sono di particolare tecnica costruttiva, costruite con conglomerato di ciottoli invece che blocchi di pietra: alte 2 metri, sono state posate direttamente nello scavo. I setti di fondazione, larghi 1,38 metri, che sono sopravvissuti allo spoglio, sono collegati direttamente al muro perimetrale con una larghezza di 3,60 metri su cui poggiavano i pilastri quadrati; c'è una seconda parete concentrica di spessore pari a 2,45 metri [Mirabella Roberti 1984].

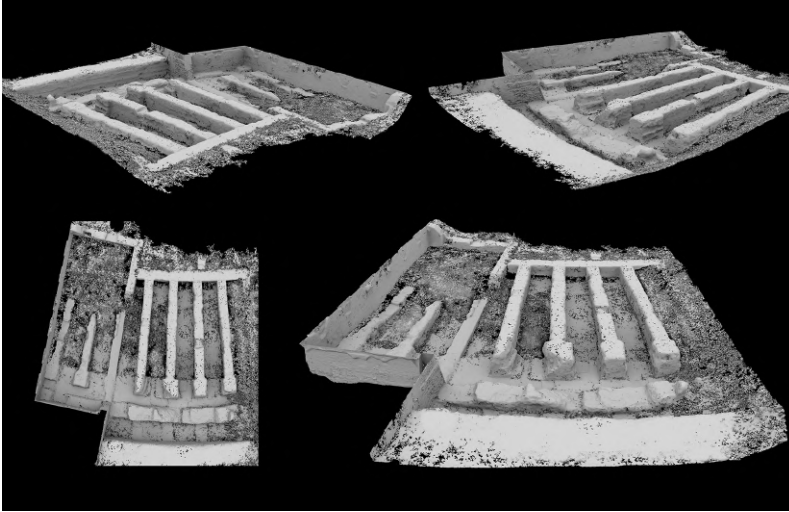


Fig. 3. Viste assometriche dei resti dell'anfiteatro milanese ottenibili dalla *point cloud*.

Ricostruzione virtuale con tecniche generative

La ricostruzione geometrica dell'anfiteatro si fonda su un rilievo tridimensionale ad alta risoluzione dei setti di fondazione affioranti con tecnologia di scansione laser (fig. 1). L'elaborazione del rilievo ha fornito i dati metrici e formali su cui sviluppare ogni ipotesi di ricostruzione geometrica permettendone di verificare la configurazione originaria; l'utilizzo degli strumenti concettuali di analisi grafica e il confronto con manufatti analoghi consente di ipotizzare le dimensioni dell'arena e le gerarchie funzionali degli spazi dell'anfiteatro.

Un ulteriore obiettivo è di rendere disponibile la documentazione per una successiva e ulteriore valorizzazione dell'area archeologica favorendo un'ampia accessibilità a diverse categorie di utenti, sia direttamente che attraverso i sistemi digitali.

Durante la campagna di rilievo dell'aprile 2017 sono stati rilevati i setti di fondazione del monumento emersi dalle campagne di scavo effettuate negli anni '50 e '60, nonché la posizione delle recinzioni e degli edifici che si trovano lungo il perimetro dell'area archeologica. È stata elaborata una nuvola di punti che unisce le 30 scansioni effettuate che ha permesso un'accurata rappresentazione delle sezioni orizzontali e verticali, alcune viste assometriche, un *Digital Elevation Model* e infine ha permesso la realizzazione di un modello poligonale dell'area di scavo (figg. 2-4).

Successivamente al rilievo, la ricerca ha avviato la ricostruzione virtuale con un software di modellazione CAD associato a un linguaggio di programmazione visuale, in particolare Rhino e il *plug-in* Grasshopper. Mark Wilson Jones ha illustrato che il progetto di un anfiteatro si basa sul triangolo rettangolo con proporzioni tra i lati 3:4:5 o sul semitriangolo equilatero, che dà la scala all'anfiteatro e ne vincola la forma alla posizione di due punti focali posti sull'asse maggiore; ampliando proporzionalmente tali triangoli si raggiunge la dimensione stimata per gli archi perimetrali.

Per la ricostruzione è stato impostato un codice generativo a partire dai seguenti parametri geometrici: forma ovale a 4 centri, triangolo generatore pitagorico e rapporto tra la larghezza e la lunghezza degli assi 5:3; Jones indica come rapporti per l'anfiteatro di *Mediolanum* i valori di 1,68 o 1,75, mentre in alcuni anfiteatri è $\sqrt{3}$ [Wilson Jones 1993, p. 439]. Poiché gli ovali possono essere infiniti, la routine creata ha lavorato per fasi successive generando rapidamente forme probabili, in seguito testate per verificare l'effettiva coerenza con il modello ideale e il rilievo delle emergenze archeologiche.

La prima fase è consistita nell'acquisizione del profilo geometrico curvilineo dell'anello di fondazione dell'anfiteatro. Si è quindi proceduto con l'estrazione automatica di una serie di punti salienti dal rilievo della *point-cloud* delle fondazioni, circa un punto ogni 50 cm per ogni faccia delle travi di fondazione (fig. 5).

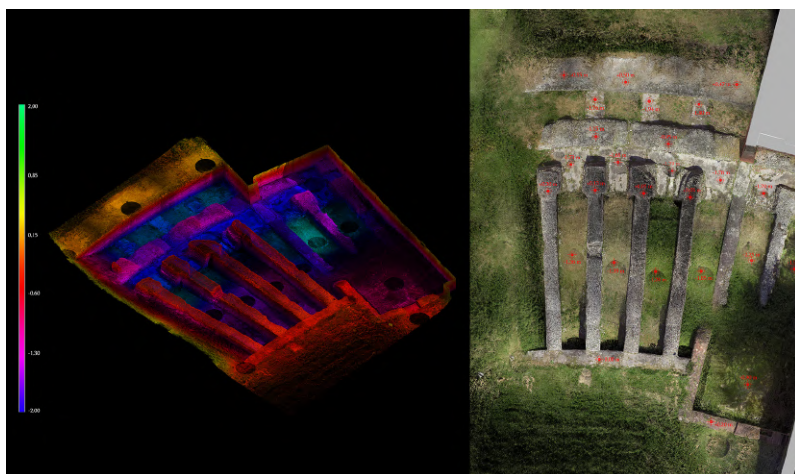


Fig. 4. A sinistra il *Digital Elevation Model* (DEM), a destra il modello quotato della nuvola di punti relativi all'area di scavo.



Fig. 5. Individuazione di punti salienti e loro estrapolazione dalla *point cloud* dell'anfiteatro.

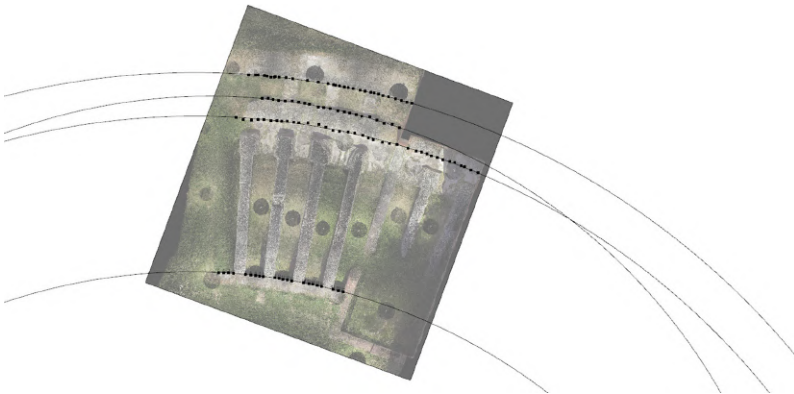


Fig. 6. Individuazione di geometrie: tracciamento di circonferenze passanti per i punti significativi appartenenti alle travi di fondazione.

Sulla base di questi punti si ricava la circonferenza che più si avvicina a essi. In particolare l'algoritmo associa i punti tra loro creandone ogni possibile combinazione di tre e su queste combinazioni genera altrettante circonferenze, poi per ciascuna circonferenza calcola la sommatoria delle distanze di ogni punto da essa. A ciascuna circonferenza è quindi associato un numero che rappresenta la sua deviazione dai punti di ingresso; infine viene estratta, tra tutte le circonferenze generate, quella con la deviazione minore dai punti, ovvero quella associata al numero minore.

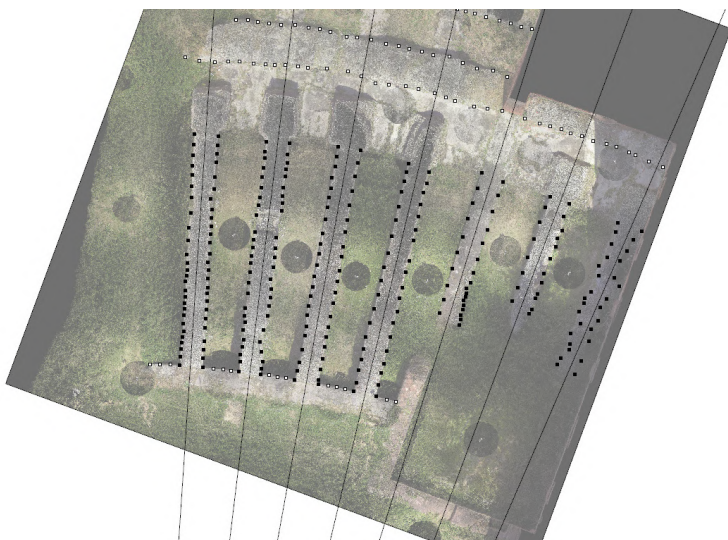


Fig. 7. Individuazione degli assi medi delle travi trasversali di fondazione.

È stata quindi ricavata una circonferenza per ogni superficie delle travi di fondazione (fig. 6). Le 4 circonferenze ricavate non sono concentriche, e in particolare la terza circonferenza ha un centro molto distante dagli altri. Si è deciso di rimuovere la terza curva dall'esercizio per via di questa estrema divergenza, e invece di dare priorità alle altre. Nonostante i punti giacessero su superfici estremamente frastagliate, le circonferenze sono molto vicine a essere concentriche.

La seconda fase consiste nella determinazione degli assi trasversali delle travi di fondazione e nel calcolo del loro punto di convergenza.

Anche in questo caso, l'algoritmo utilizza come dato di ingresso una serie di punti per la definizione degli assi medi delle travi trasversali di fondazione (fig. 7). Vengono quindi trovati i punti di intersezione tra le rette generate e ricavato il punto medio tra questi (fig. 8). Gli assi trasversali risultano essere perpendicolari rispetto alle circonferenze concentriche ricavate nei passi precedenti. La deviazione tra il punto medio così trovato e i centri delle circonferenze permette di affermare con una certa sicurezza che la porzione di fondazione riportata alla luce dallo scavo è sicuramente parte di una struttura di forma ovale e si può ipotizzare la posizione del centro dell'ovale con una buona sicurezza. Il punto medio tra i centri così determinati viene quindi utilizzato come centro di una delle 4 circonferenze che generano l'ovale. Lo *script* quindi ricostruisce l'ovale in base a questo centro, alla deter-

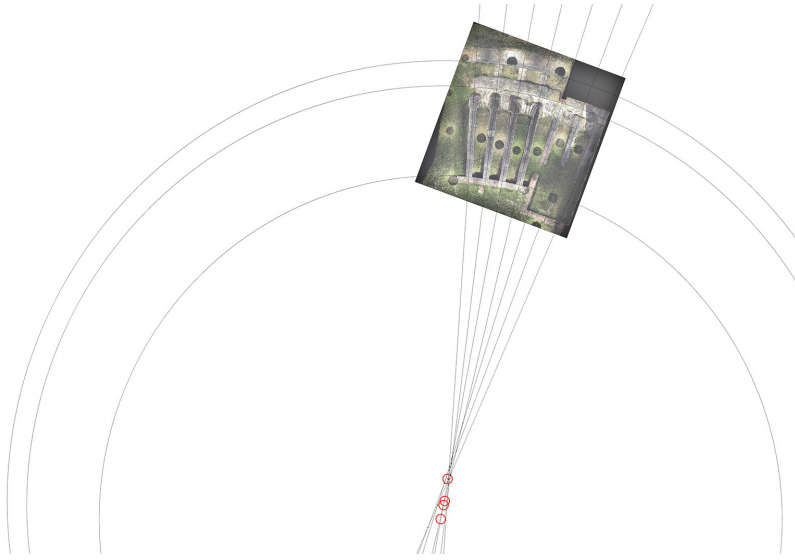


Fig. 8. Intersezione tra le rette rintracciate e definizione del punto medio. Geometrie in relazione alle circonferenze passanti per i punti principali.

minazione del centro dell'arena e all'inserimento del rapporto tra i lati del triangolo rettangolo generatore.

Con un algoritmo di *evolutionary computing* (Galapagos di Rhino) sono stati ricavati i parametri che meglio assecondavano la geometria fornita come dato di ingresso, ovvero la ricostruzione dei rilievi avvenuti tra il 1931 e il 2000.

I risultati suggeriscono che l'anfiteatro sia stato costruito attraverso un triangolo pitagorico con rapporto 3:4:5. La curva generata dall'algoritmo è un ovale a 4 centri. Sfuggono dal processo di controllo eventuali ovali a 8 centri o ellissi. Vale la pena precisare che qualora si disponesse di dati di scavo più dettagliati ed estesi sarebbe possibile condurre uno studio enormemente più preciso in grado di tener conto di più varianti di configurazioni.

L'ovale è stato quindi ripartito in 4 settori e in particolare l'arco sul lato maggiore risulta sicuramente suddiviso in 21 settori mentre l'arco sul lato corto è stato suddiviso in 23 settori. Il totale dei settori che formano l'anfiteatro è molto probabilmente di 88 settori. Sulla base delle informazioni di tracciamento dei punti precedenti, lo *script* ha potuto generare semplici geometrie solide conformandole agli ovali generatori (figg. 9-10).

Conclusioni

Questi primi studi vanno classificati come test sperimentali per lo sviluppo di una procedura operativa in campo archeologico. Grazie alla integrazione delle tecnologie è possibile proseguire nella elaborazione del modello digitale e, quindi, ricavare supporti multimediali, visite interattive, animazioni e riproduzioni in scala come modelli tattili e repliche, anche per includere più categorie di utenti e rendere tale patrimonio più accessibile. I nuovi sistemi di rappresentazione basati sulla realtà aumentata (tablet, sistemi mobile e visori AR e VR) restituiscono il valore culturale di un sito archeologico rendendolo più accessibile alla collettività, e inclusivo nel superamento delle barriere culturali e linguistiche permettendo una estesa fruizione immersiva. Un altro aspetto importante della ricerca è la valorizzazione del patrimonio della Milano romana; lo studio ha evidenziato come la metodologia fornisce uno strumento di visualizzazione e valutazione dell'impatto di nuovi inter-

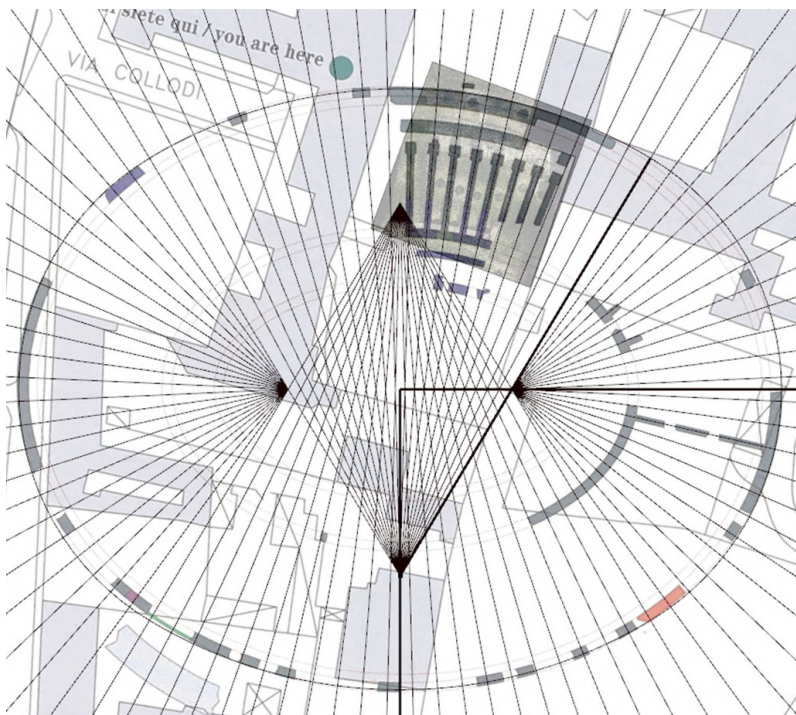


Fig. 9. Impianto ovale dell'anfiteatro romano di Milano. La figura è stata ricostruita sulla base di analisi geometriche condotte sulla nuvola di punti.

venti. Le metodologie di rappresentazione consentono pertanto una maggiore comprensione del valore culturale di un sito archeologico rendendolo più accessibile alla comunità.

Riconoscimenti

Tale saggio è parte di una ricerca più ampia sulle tecnologie per la fruizione del patrimonio culturale nel quadro di una collaborazione tra la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di Milano e il Dipartimento di Design del Politecnico di Milano: Giuseppe Amoruso è coordinatore della ricerca e ha curato la stesura del presente saggio che presenta le elaborazioni scaturite dal rilievo con tecnologie di scansione laser (a cura di Andrea Manti) e le rappresentazioni provenienti dall'applicazione degli algoritmi generativi del modello (a cura di Vito Sirago).

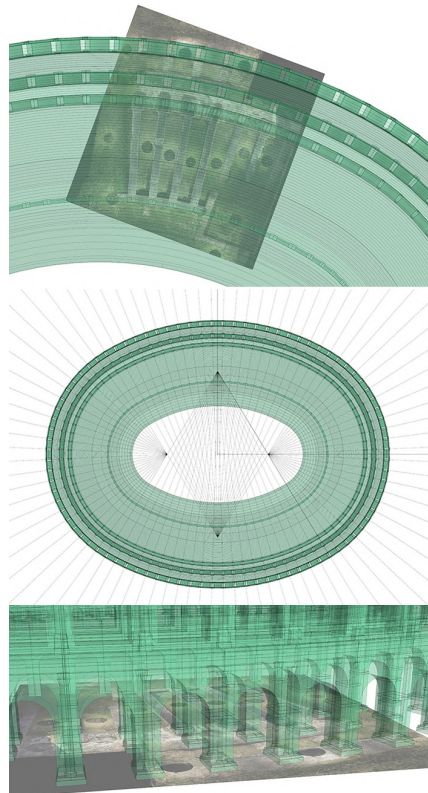


Fig. 10. Dalla nuvola di punti all'analisi geometrica per la ricostruzione del modello 3D dell'anfiteatro di Milano.

Riferimenti bibliografici

- Cozzo, G. (1971). *Il Colosseo: l'Anfiteatro Flavio nella tecnica edilizia, nella storia delle strutture, nel concetto esecutivo dei lavori*, pp. 13-17. Roma: Fratelli Palombi.
- Docci, M. (1999a). Il Colosseo: studi e ricerche. *Disegnare. Idee Immagini*, 18-19.
- Docci, M. (1999b). La forma del Colosseo: dieci anni di ricerche. Il dialogo con i gromatici romani. In *Disegnare. Idee Immagini*, 18-19, pp. 23-32.
- Golvin, J.-C. (1988). *L'Amphithéâtre romain: Essai sur la théorisation de sa forme et de ses fonctions*. Paris: Diffusion de Boccard.
- Libertini, G. (2018). *Gli antichi agrimensori (Raccolta di opere degli agrimensori romani) nella ricognizione di Karl Lachmann*. Frattamaggiore: Istituto di Studi Atellani.
- Mirabella Roberti M. (1984). *Milano Romana*. Milano: Rusconi Immagini.
- Trevisan, C. (1999). Sullo schema geometrico costruttivo degli anfiteatri romani: gli esempi del Colosseo e dell'Arena di Verona. In *Disegnare. Idee Immagini*, 18-19, pp. 117-131.
- Welch, K. E. (2009). *The Roman Amphitheatre: From its Origins to the Colosseum*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wilson, J. M. (1993). Designing amphitheatres. In *Römische Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts*. vol. 100, pp. 391-441.

Autore

Giuseppe Amoroso
Dipartimento di Design, Politecnico di Milano
giuseppe.amoroso@polimi.it