

## Valorizzazione in ambiente digitale 3D in casi di archeologia di emergenza

Giulia Fiorini<sup>1,2</sup>[0000-0002-1475-1556], Maria Alessandra Tini<sup>1</sup>[0000-0001-7745-640X],  
Mariabeatrice Starace<sup>1</sup> e Gabriele Bitelli<sup>1</sup>[0000-0002-6118-6000]

<sup>1</sup> Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM),  
(giulia.fiorini12, mariaalessandra.tini, gabriele.bitelli)@unibo.it,  
mariabeatric.starace@studio.unibo.it

<sup>2</sup> Università La Sapienza di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità,  
giulia.fiorini@uniroma1.it

**Abstract.** La fruizione e la valorizzazione del patrimonio culturale si avvalgono sempre più spesso dell'ausilio dei gemelli digitali, che possono svolgere un ruolo fondamentale nell'accessibilità e nella conservazione, configurandosi come repliche digitali accurate e interattive di siti e oggetti d'arte [1].

Il presente articolo tratta la realizzazione di un gemello digitale, con tecniche geomatiche, di un sito di archeologia industriale [2]. Durante i lavori di rifacimento di una ex palestra comunale in Bologna, nella fase di demolizione del pavimento sono emerse delle strutture, sia a piano terra che nella parte sotterranea, attribuibili all'ambito dell'archeologia industriale, in particolare ad una lavanderia industriale di fine Ottocento.

La necessità di portare a termine i lavori sull'edificio ha portato all'esigenza di un rilievo completo, utile sia per le esigenze progettuali del cantiere che per la riproduzione in digitale delle antiche strutture emerse, destinate ad essere salvaguardate ma nuovamente ricoperte. Si è configurato quindi in questo contesto un caso di archeologia di emergenza, nel quale un approccio interdisciplinare, fortemente basato sull'impiego di tecniche geomatiche, permette di documentare e preservare la memoria di reperti e siti di rilevanza culturale che altrimenti andrebbero perduti.

L'intervento di rilievo è stato attuato integrando i metodi e le tecniche geomatiche più innovative per fornire un prodotto 3D di alta qualità in grado di supportare, da un lato, la documentazione rigorosa dell'esistente e, dall'altro, metodi di esplorazione interattiva ed immersiva del modello tridimensionale numerico [3].

Le tecniche adottate per questo scopo sono state la scansione 3D, mediante l'uso di laser scanner terrestre (TLS) e scanner a proiezione di luce strutturata, e metodi di fotogrammetria digitale. Si è provveduto inoltre ad una georeferenziazione assoluta dei dati, realizzata mediante strumentazione GNSS in modalità NRTK, e ad un inquadramento 3D speditivo, condotto con scanner mobile in tecnologia SLAM.

Con il TLS è stato effettuato un rilievo massivo ed ampiamente ridondante dell'interno e della facciata principale, in modo da non tralasciare alcuna area ed ottenere un ricoprimento continuo e ad elevata densità. Sono state realizzate scansioni da 70 scanposition, che hanno generato una nuvola complessiva composta di circa 3

miliardi di punti con una densità media di oltre 260000 punti/m<sup>2</sup>. Questi dati sono stati integrati con altre nuvole di punti di dettaglio acquisite mediante scansione a proiezione di luce strutturata o fotogrammetria digitale; in questo modo è stato possibile produrre una nuvola completa anche in corrispondenza di aree a geometria complessa.

L'intero rilievo è stato infine georeferenziato nel sistema cartografico UTM(WGS84), fuso 32, tramite l'acquisizione di 5 punti di controllo le cui coordinate sono state determinate con tecnica di posizionamento spaziale utilizzando un ricevitore GNSS in modalità NRTK (Network Real Time Kinematic). Per completezza, si è deciso di effettuare un rilievo, di minore precisione rispetto alle tecniche sopra esposte, per l'intero complesso utilizzando uno scanner mobile operante con tecnologia SLAM.

Sono state infine testate e sperimentate diverse soluzioni volte alla produzione di un gemello digitale del sito fruibile in realtà virtuale [4]. Per finalità puramente divulgative e informative, sono stati impiegati modelli 3D semplificati, al fine di fornire una visione generale e coinvolgente del sito. Al contrario, per soddisfare le esigenze di figure tecniche e professionisti alla ricerca di informazioni precise, sono state adoperate le immagini sferiche e la nuvola di punti ottenuta dal rilievo, che offre una rappresentazione accurata e dettagliata del patrimonio culturale, permettendo così un'analisi più approfondita e un'esplorazione pertinente del sito.

## Ringraziamenti

Ringraziamenti alla società Flooring srl, responsabile dei lavori, e al Comune di Bologna. Alcune operazioni sono state eseguite dallo studente S. Kaserera durante il tirocinio presso il laboratorio DICAM-LARIG.

## Riferimenti bibliografici

1. L.F.R. Correia, R. dos Santos Bartholo, A.W. Brufato, E.C. Thomé Sanchez, Toward a Digital Twin for Cultural Heritage, in: 2023: pp. 419–430.
2. G. Fiorini, M. A. Tini, F. Montelli, and G. Bitelli, "Comparison of two technologies in 3D surveying of Real Estate Assets and Cultural Heritage," in *Proceedings of the 2022 IMEKO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*, Budapest: IMEKO, 2023, pp. 435–440.
3. G. Bitelli, M. Dellapasqua, V.A. Girelli, S. Sbaraglia, M.A. Tinia, Historical photogrammetry and terrestrial laser scanning for the 3D virtual reconstruction of destroyed structures: a case study in Italy, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-5/W1* (2017) 113–119.
4. Y.J. Alkhatib, A. Forte, G. Bitelli, R. Pierdicca, E. Malinverni, Bringing Back Lost Heritage into Life by 3D Reconstruction in Metaverse and Virtual Environments: The Case Study of Palmyra, Syria, in: 2023: pp. 91–106.