



Ricostruzione e fruizione digitale di paesaggi perduti. Visioni di Palazzo d'Avalos in Procida

Pierpaolo D'Agostino
Giuseppe Antuono
Pedro Vindrola

Abstract

Il presente lavoro vuole configurarsi quale contributo paradigmatico di approccio metodologico per la virtualizzazione dei contesti storici radicalmente mutati nel corso dei secoli. Si fa riferimento in particolare all'ambiente urbano-paesaggistico di Procida, isola dell'arcipelago campano, oggetto di profonde trasformazioni, che ne hanno modificato la dimensione figurativa e percettiva, visibili attraverso un asset prototipale digitale che vede la sperimentazione delle teorie, tecniche e tecnologie di gamification. A partire da un progetto di rilievo digitale integrato, il contributo evidenzia le potenzialità d'integrazione della componente iconografico-archivistica e cartografica nella definizione di un 3D game model, esplorandone le possibili interazioni e l'organizzazione informativa in istanze semantiche ottimizzate, fruibile in AR/VR per rileggere i modelli delle trasformazioni storiche e i caratteri identitari del luogo. La possibilità di testare modalità inedite di fruizione risponde alla necessità di confrontarsi con scenari prodotti all'interno di ambienti digitali atti a creare mondi interattivi ideati non solo per mera finalità divulgativa ma rispondenti anche alla domanda di trasmissione delle informazioni interdisciplinari, strutturate per differenti percorsi interattivi e scale di rappresentazione, in grado di raccontare a diverse tipologie di utenti, dai professionisti ai comuni utenti del turismo virtuale, la memoria storica di uno scenario paesaggistico ed architettonico complesso.

Parole chiave

Cultural Heritage, sistemi informativi integrati, modello virtuale, cultural game design

Photobashing del
processo di ricostruzione
e di fruizione virtuale
del complesso sistema
difensivo e di accesso dal
mare di Palazzo D'Avalos.
Elaborazione grafica
degli autori.



Introduzione

Negli ultimi anni, l'evoluzione tecnologica che il mondo del digitale va costantemente imponendo, tra gli altri, al settore della conoscenza tecnica, porta a testare nuove possibilità di interazione con il cosiddetto gemello digitale di un organismo edilizio ed architettonico. In particolare, gli studi e le ricerche attuali sono sempre più orientati alla sperimentazione di nuove più adeguate modalità di comunicazione informativa per la conoscenza, gestione e valorizzazione del patrimonio culturale [Trizio et al. 2021], incidendo tanto sull'adeguata strutturazione dell'informazione quanto sui relativi rapporti con la componente geometrico-formale. A tal fine, lo studio dei limiti e delle opportunità dei nuovi linguaggi digitali consentono proprio la messa a punto di organici metodi di indagine e di gestione informativa, sia alla scala architettonica che a quella urbana e territoriale. Su queste basi, il contributo intende mettere in luce le inedite possibilità di lettura informativa offerte dalla modellazione parametrica *object-oriented* tipica dei motori grafici per lo sviluppo di contenuti interattivi, basati su tecniche di *visual scripting*, finalizzata alla descrizione e visualizzazione multidimensionale del patrimonio architettonico attraverso processi di virtualizzazione, con particolare attenzione ai siti di contaminazione tra architettura e paesaggio, in modelli grafici digitali di sintesi corrispondenti alle condizioni strutturali dell'oggetto di studio nelle sue configurazioni perdute o sovrascritte, ovvero nelle diverse fasi sequenziali di trasformazione nel tempo. Di fatto, un simile approccio amplifica la lettura spaziale nella dinamicità e, nell'interattività che tali modelli presentano come requisito strutturale, spostando nel digitale una percezione sensoriale che aiuta a scremare, in forme non invasive, le sovrapposizioni storizzate in paesaggi urbani, i quali vengono sovrascritti e personalizzati in relazione a esigenze e destinazioni d'uso. La proposta in discussione si caratterizza della definizione di un protocollo metodologico per la strutturazione, il popolamento e l'accesso all'informazione di un ambiente digitale, che raccoglie e sistematizza il materiale storiografico, iconografico e grafico-tecnico, costruiscono informazioni e basandosi sulla stimolazione di un coinvolgimento maggiore, per determinare un ampliamento dell'impatto comunicativo-esperienziale ed incrementare le conoscenze da trasmettere al fruitore [Empler et al. 2021]. L'occasione di testare e verificare quanto premesso è stata offerta dalla possibilità di interagire con il complesso paesaggistico ed architettonico dell'isola Procida, in provincia Napoli (Italia), focalizzando l'attenzione in particolare sull'antico percorso di accesso e di difesa alla baia a Nord-Ovest del Palazzo d'Avalos, oggetto in più riprese di profonde trasformazioni, in un complesso contesto orografico che oggi conserva pochi degli elementi di un'antica configurazione oggi deducibile solo attraverso la lettura e l'integrazione delle fonti storiche (figg. 01, 02).

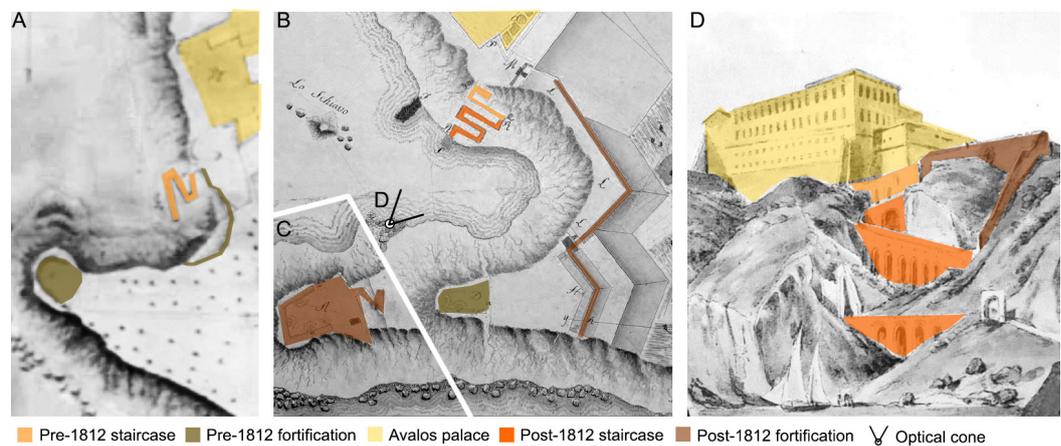
Il complesso architettonico-paesaggistico attraverso le fonti

La nuova dimora fortificata voluta dal Cardinale Innico D'Avalos nel 1560 costituisce un episodio architettonico centrale nella configurazione architettonico-paesaggistica dell'isola di Procida, determinando la trasformazione e l'evoluzione dello spazio urbano storicizzato oggi noto come 'Terra Murata', dei percorsi di accesso e di risalita dal mare, nonché delle aree e delle strutture difensive, testimonianza della storia politica, militare e urbanistica dell'isola.

Una consistente documentazione grafica attesta come l'area circostante al Palazzo D'Avalos sia stata oggetto di un complesso progetto di adeguamento e rifunzionalizzazione che, con la dominazione Borbonica nel 1734, conduce ad ulteriori aggregazioni ed adeguamenti dei molteplici episodi architettonici che completano le funzioni del sito, adite a trasformare tanto il volto di un palazzo fortificato in quello di una reggia, quanto ad ampliare le strutture difensive e rendere più sicuro ed accessibile la scala d'accesso del palazzo al mare [Alisio 1976], oggi quasi interamente scomparsa, utilizzata dai D'Avalos e usata dalle loro truppe per l'approvvigionamento.

Diverse e parziali le percezioni e le fruizioni oggi dell'area dell'antico accesso dal mare e del promontorio, un tempo adibito a fortificazione difensiva, caratterizzatosi nel tempo da integrazioni e cambiamenti conformativi [Assante 2007]. Oggi l'area appare gravemente alterata sia nella configurazione d'impianto originaria, dovuta allo stato di abbandono in cui versano le architetture e alla scomparsa di parte delle infrastrutture di difesa e di accesso dal mare. Ciononostante, le fonti storiche manifestano la realizzazione di una scala di accesso al mare a tre rampe, già a partire dal XVIII secolo [Di Liello & Rossi 2017; Iodice & Fratta 2017], oggetto sul finire dello stesso secolo e agli inizi di quello successivo di un progetto di adeguamento, del 1769 ad opera di Ferdinando Fuga, e ricostruzione, del 1802 da parte di Carlo Vanvitelli [Alisio 1976], di una maestosa cordonata ad archi rampanti in raccordo ai primi tratti risalenti alla prima edificazione.

Nel più ampio repertorio della documentazione cartografica e tecnica, che nel corso dei secoli si è sedimentata [Cirillo 2008], le cartografie militari della prima metà del XIX secolo, tra le fonti disponibili e consultate in originale presso la sezione Manoscritti e Rari della Biblioteca Nazionale di Napoli, costituiscono una preziosa documentazione da cui dedurre e ricostruire l'organizzazione generale delle opere antropiche, particolareggiando l'impianto della scala, la cui configurazione spaziale è manifesta solo in due vedute coeve: l'una di Giacinto Gigante del 1823; una sua riproduzione al tratto di Achille Vianelli (fig. 02). Dalle cartografie militari, si desumono le prime rampe della scala e la batteria di cannoni sulla punta della baia, con un progetto successivo che mostra il prolungamento della scala verso il mare e la costruzione di un piccolo molo, oltre all'ammodernamento della cannoniera e l'aggiunta di una fortificazione al di sopra della baia. In aggiunta a quanto recuperabile dalle fonti storiche e archivistiche, un rilievo attento mostra le vestigia del complesso sistema paesaggistico-architettonico, conservandosi oggi ancora alcuni manufatti, sopravvissuti alle trasformazioni storiche, non ancora sistematicamente ed accuratamente esplorati. Tra questi, uno degli archi della terza rampa della scala, avvolta dalla ricca vegetazione che



ha reso necessario l'operare con metodologie di rilevamento digitale per restituire la topografia dell'area (fig. 03).

Ciò ha costituito una base informativa per orientare lo sviluppo e l'ibridazione di un modello di conoscenza, gestione e disseminazione, orientato alla fruizione *gaming-reality based* (fig. 04) attraverso cui rileggere - mediante sovrapposizioni, contaminazioni tra reale e virtuale - l'impianto planimetrico ed altimetrico originario connesso alla dimensione figurativa e percettiva dei luoghi, utile a rivelare e valorizzare il paesaggio storico connesso alle architetture fortificate, in cui la rilettura e l'interpretazione dei documenti ha sostanziato pertanto la definizione di un asset prototipale multiscalare, che ha favorito la discretizzazione delle invarianti del sistema manufatto/contesto e la ricostruzione degli elementi del progetto originario.

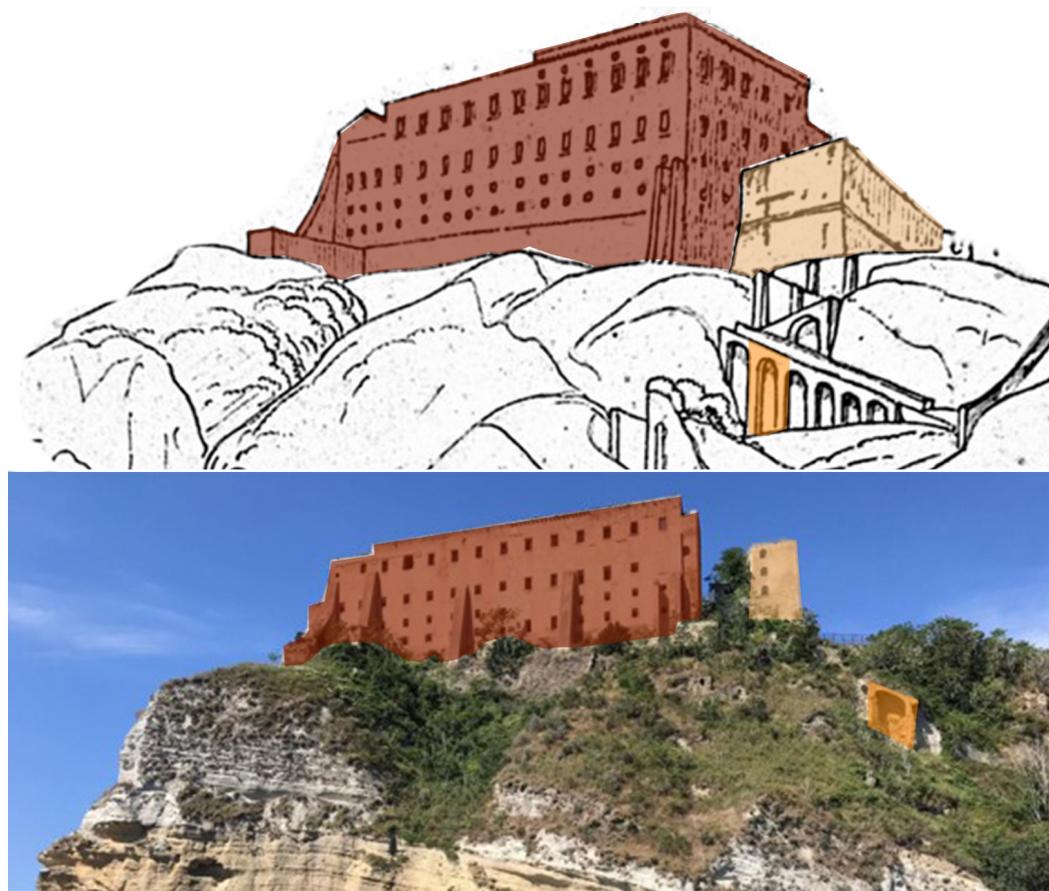


Fig. 03. Confronto tra veduta di A. Vianelli e quella odierna, con l'evidenziazione degli elementi invarianti e dei manufatti sopravvissuti alle trasformazioni storiche. Elaborazione grafica degli autori.

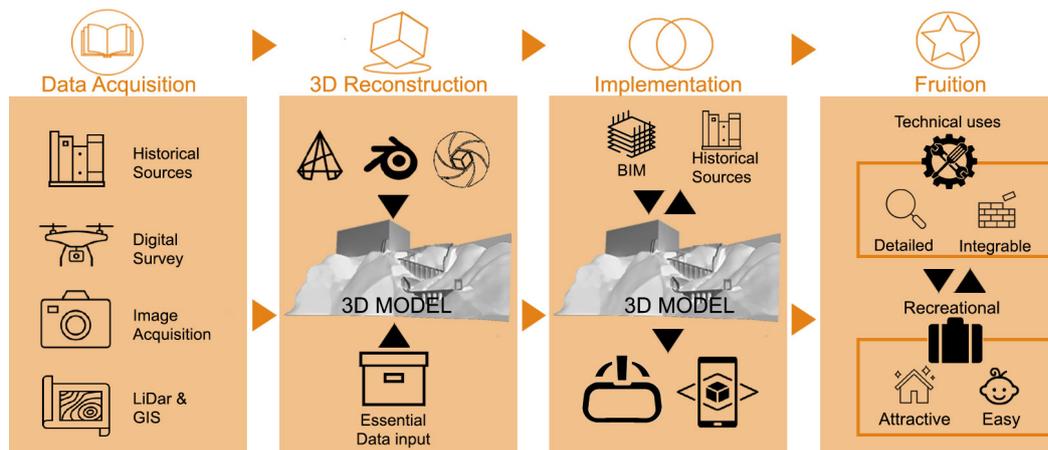


Fig. 04. Sintesi dell'approccio metodologico adottato: dall'acquisizione dei dati alla fruizione virtuale gaming del modello multiscalare. Elaborazione grafica degli autori.

Il modello per la fruizione virtuale gaming

La pregevolezza e l'importanza architettonica e paesaggistica del complesso fortificato di Palazzo D'Avalos ha motivato la costruzione di un modello multiscalare di conoscenza [Repola 2019] e fruizione virtuale Gaming, attraverso nuove modalità di georeferenziazione ed archiviazione digitale offerte dal paradigma della modellazione e rappresentazione virtuale [Parrinello, Picchio & Bercigli 2016], in grado di raccontare agli utenti del turismo virtuale la memoria storica di uno scenario complesso visibile oggi solo attraverso le fonti ed i documenti ad esso correlati [Papa, D'Agostino, Antuono 2019].

Secondo una metodologia ormai consolidata di rilievo [Barba et al. 2020], lo studio ha favorito analisi diacroniche per ricondurre gli episodici elementi frammentari (fig. 03), talvolta degradati, ad un disegno preordinato unitario, "visibile" nel rapporto con le strutture ed infrastrutture di difesa e di accesso al Palazzo. Per le particolari condizioni orografiche, ai dati *open LiDAR* del Geoportale Nazionale, con dettaglio delle informazioni geografiche di 1,5 punti/5m non sufficientemente apprezzabile per descrivere la morfologia dell'area, sono stati integrati i dati del rilevamento digitale con diversi approcci *reality-based* [Bertocci, Parrinello 2015], dettagliando la quota dei punti del piano quotato e descrivendo la conformazione spaziale degli elementi sopravvissuti alle trasformazioni storiche. Nello specifico è stata condotta una campagna di acquisizioni fotogrammetriche da SAPR, per ricostruire la topografia del sito e i piani dominanti descrittivi la volumetria dell'elemento archi-voltato residuo della scala di accesso al Palazzo, ed immagini panoramiche sferiche, per la costruzione di un Virtual Tour del complesso in applicazioni off-site, destinate ad esplorazioni interattive nella sovrapposizione tra reale e virtuale.

Dall'elaborazione dei dati spaziali acquisiti è stata dedotta la mesh poligonale del sistema naturale ed antropico, ottimizzata attraverso operazioni di *mesh sculpting*, per unificare le normali, semplificare l'eccessiva rumorosità dovuta alla vegetazione e favorire il contenimento della dimensione del modello ricostruttivo (fig. 05).

L'integrazione e l'elaborazione dei dati provenienti dal rilevamento e dalla ricerca documentale ha permesso di correlare le diverse configurazioni d'impianto, descritte nei disegni di progetto e nelle vedute iconografiche, favorendo la ricostruzione digitale [Rodríguez et al. 2017] dell'originario sistema fortificato e di accesso al Palazzo dal mare, riferibile alla prima metà del XIX sec.

In particolare, l'individuazione del punto di vista della veduta di A. Vianelli, e degli elementi atti a definire il modello proiettivo della raffigurazione prospettica, ha contribuito a ricostruire l'impianto originario della scala, a partire dagli elementi invarianti del sistema antropico, verificata nella sovrapposizione tra la veduta e la rappresentazione digitale derivata. Nel contempo, l'interpretazione grafico-semantica delle fonti nel confronto con i valori morfologici del contesto orografico ha consentito di ipotizzare lo sviluppo plano-altimetrico della scala e del sistema fortificato, riconducendo la ricostruzione digitale della batteria di cannoni a strutture simili coeve (figg. 06, 07). Per la geometrizzazione, modellazione e texturizzazione dell'intero sistema [Ausonio et al. 2018] è stato utilizzato un approccio procedurale con l'elaborazione di *asset modulari* che, catalogati nella libreria digitale, favoriscono la loro riutilizzabilità e ricombinazione in un *Gaming model object oriented*. La fase di modellazione degli *asset* ha necessitato di uno studio preliminare dei sottosistemi modulari per cui scomporre ogni rampa in singole campate ed ogni campata in singoli elementi, a cui associare una componente informativa utile a rispondere alla sempre più insistente esigenza di accessibilità ed interazione in modalità *gaming-AR/VR* (fig. 08).

In particolare, nel testare varie piattaforme che offrivano un tipo di utilizzo *license free*, la soluzione ha guardato al motore di *gaming Unreal Engine*, impostando l'ambiente digitale anche sul template prima persona per adattarsi alla visualizzazione VR delle varie fasi costruttive del manufatto, configurando scenari alternativi, impostati su diversi livelli informativi, leggibili anche in sovrapposizione rispetto all'attuale stato dei luoghi [Ippoliti, Meschini 2010] (fig. 09).

Nel motore grafico, la mesh ottimizzata del contesto orografico è stata "mappata" attraverso una *UVW Map* a più livelli materici, a partire dalla discretizzazione dei fotopiani ricavati dal rilievo fotogrammetrico, modificabile nell'*Unwrap UVW* delle coordinate di mappatura, unendo in questo modo la rapidità di calcolo della grafica poligonale con la ricchezza di dettaglio delle immagini in grafica raster. In particolare, il *texture mapping* dell'orografia, dato dall'integrazione di tre layer master, è stato ottenuto attraverso una progettazione parametrica *visual scripting Material Blend*,

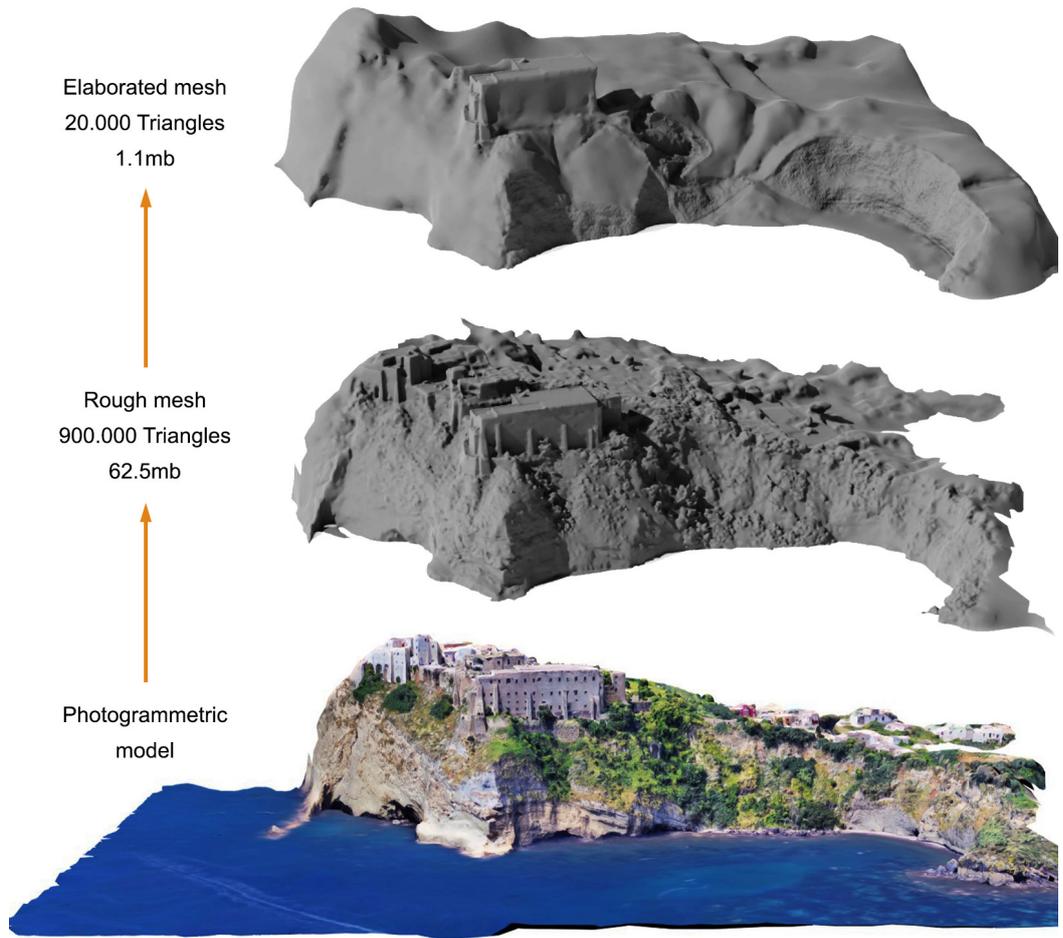


Fig. 05 Elaborazione dei dati spaziali: dal modello fotogrammetrico alla costruzione della mesh poligonale, ottimizzata attraverso operazioni di *mesh sculpting*. Elaborazione grafica degli autori.

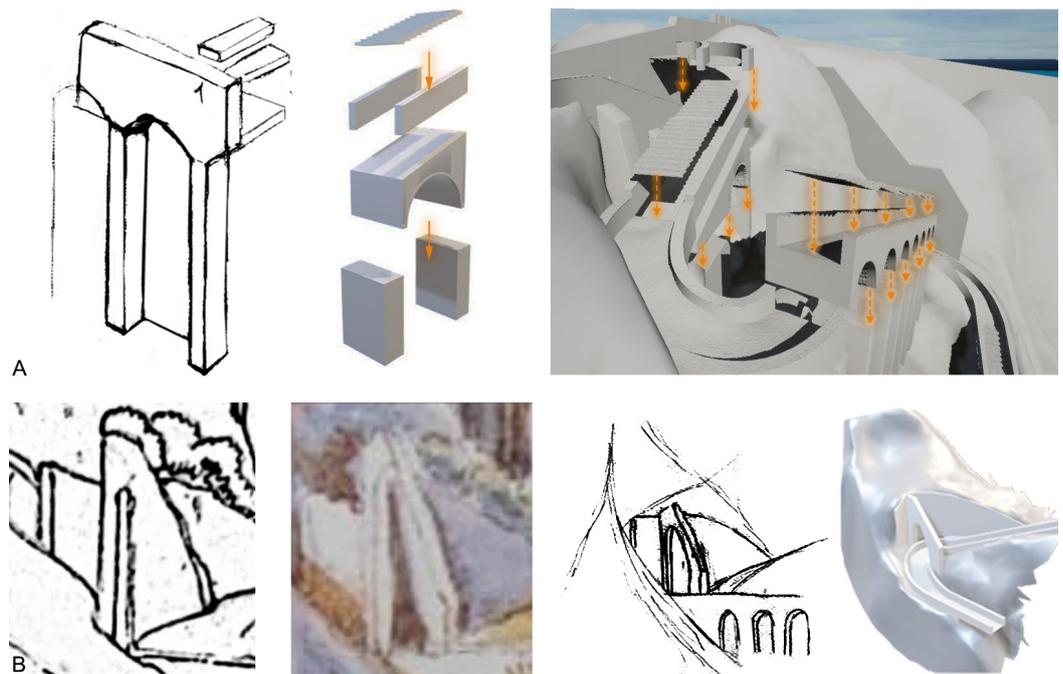
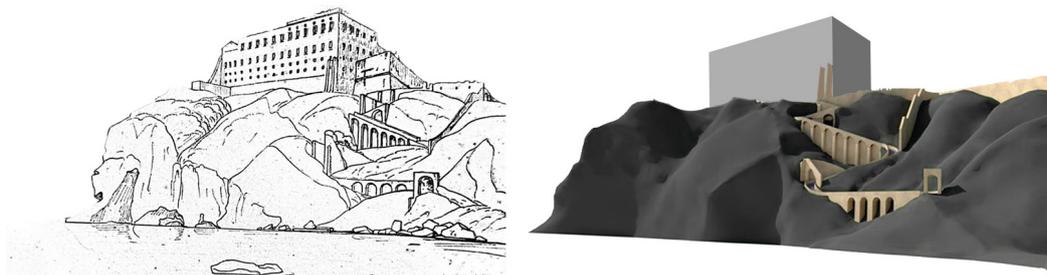


Fig. 06. Analisi e schematizzazione degli elementi costituenti la scala di accesso al Palazzo (in alto), e interpretazione grafico-semantica delle fonti iconografiche (in basso), per la relativa ricostruzione e caratterizzazione tecnica. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 07. Ricostruzione dell'impianto originario della scala, a partire dagli elementi invarianti del sistema antropico, verificata nella sovrapposizione tra la veduta di A. Vianelli e la rappresentazione digitale derivata. Elaborazione grafica degli autori.



consentendo la modifica locale in vertex painting del layer corrispondente ad ogni vertice della mesh mediante la notazione RGBa, cioè specificando non solo il colore ma anche il livello del canale alpha.

La possibilità di lavorare su specifiche aree di un'unica *UVW Map* consente di agire sui parametri di *macro-texture variation* e *reduce macro contrast* della rappresentazione per singolo *layer* alleggerendo l'elaborazione e la visualizzazione del contesto in *real time*.

A ciò si è aggiunta la rappresentazione sintetica in *Triplanar Mapping* (fig. 10) del modello architettonico del sistema di accesso e di difesa, data l'incertezza informativa della loro componente materica e colorimetrica. Talune informazioni tecnico-descrittive sono state richiamate in Unreal Engine attraverso la progettazione di widget, fissi e a comparsa, strutturati nel sistema di gameplay in blueprint visual scripting, con una settorializzazione delle informazioni per facilitare la lettura e l'interazione informativa [Mortara et al. 2014] (fig. 11). Ad esempio, la visualizzazione real-time dell'archivio fotografico e storico favorisce l'*amusement* e l'*edutainment* [Cervellini & Rossi, 2011] visualizzando nella *Gaming Mixed Reality*, tra l'altro, l'attendibilità geometrico-formale nella sovrapposizione con la documentazione iconografica. La possibilità di navigare liberamente nel *digital walking tour* immersivo, all'interno di finestre nidificate, e di interagire con gli elementi parametrici storico-informativi del *cloud-object*, permette di cogliere la spazialità e la descrizione ontologica delle diverse parti dell'opera nel favorire, in una logica multiutente, il recupero della sua memoria storica.

Conclusioni e sviluppi futuri

Lo sviluppo di strumenti di modellazione avanzata e la loro interconnessione e visualizzazione con piattaforme di gaming, a disposizione per un'utenza ampia e variegata, sta permettendo di testare modalità inedite di comunicazione informativa per confrontarsi con scenari prodotti all'interno di ambienti digitali atti a creare mondi interattivi ideati per ripercorrere il disegno delle trasformazioni di un certo contesto architettonico-paesaggistico. La potenzialità nella strutturazione di modelli con istanze semantiche ragionate e ottimizzate, consente di ottenere, pertanto, modelli infografici di supporto alla valorizzazione per migliorare la fruizione delle architetture di pregio storico in esame, che manifestano evidenti caratteristiche di flessibilità operativa. Modelli che, quando riescono ad essere piegati alla necessaria richiesta di rigore metodologico, contemplan l'uso sapiente dei processi di gestione informativa integrata. Peraltro, l'evoluzione nell'ambito della costruzione di modelli parametrici relazionali, per la comunicazione e la condivisione del Cultural Heritage Antuono, [D'Agostino, Maglio 2021; Banfi 2021, Pütz et al. 2020], impone di fare un ulteriore passo in direzione di una virtualizzazione interattiva, delineando nuovi scenari, fruibili anche in realtà virtuale e aumentata, che si auspica possano essere indirizzati anche ai professionisti specialisti. Così, le informazioni tecniche contenute nel sistema, oltre che servire alle funzioni di intrattenimento in grado di coinvolgere attivamente la comunità e il turismo digitale, possono favorire la gestione di quel patrimonio culturale oggi dismesso e degradato.

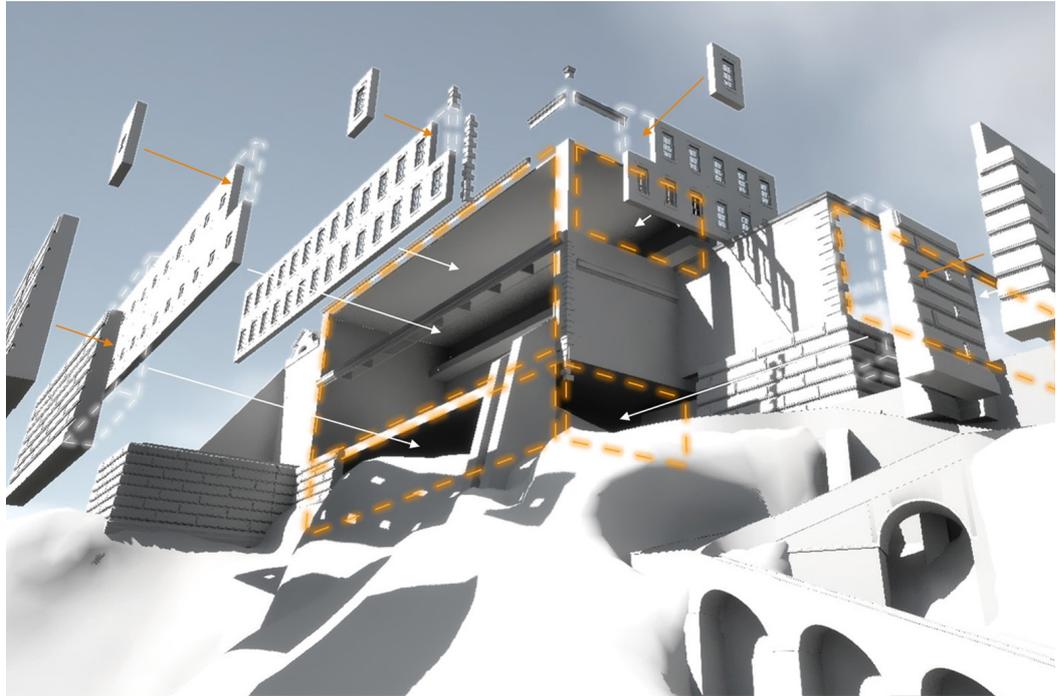


Fig. 08. Approccio procedurale con l'elaborazione di asset modulari ricombinati in un *Gaming model object oriented*: esploso prospettico delle connessioni topologiche tra gli elementi. Elaborazione grafica degli autori.



Fig. 09. Progettazione parametrica *visual scripting* per la "mappatura" del modello orografico ed architettonico del sito della sperimentazione. Elaborazione grafica degli autori.

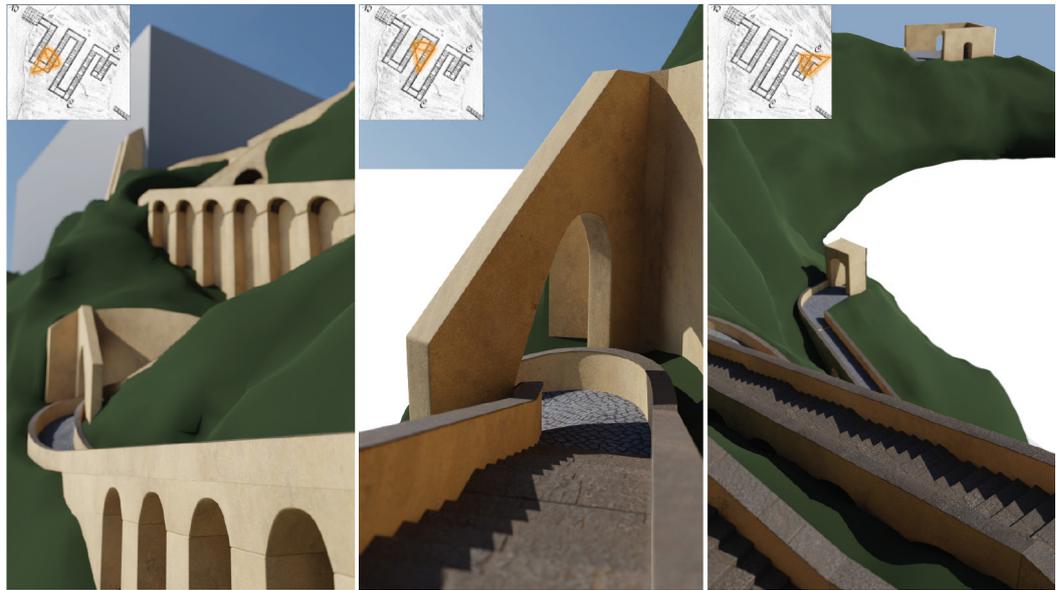


Fig. 10. Vedute del modello architettonico e texturizzato, nel motore di gioco, del sistema di accesso al Palazzo e di quello fortificato sulla punta della baia. Elaborazione grafica degli autori.

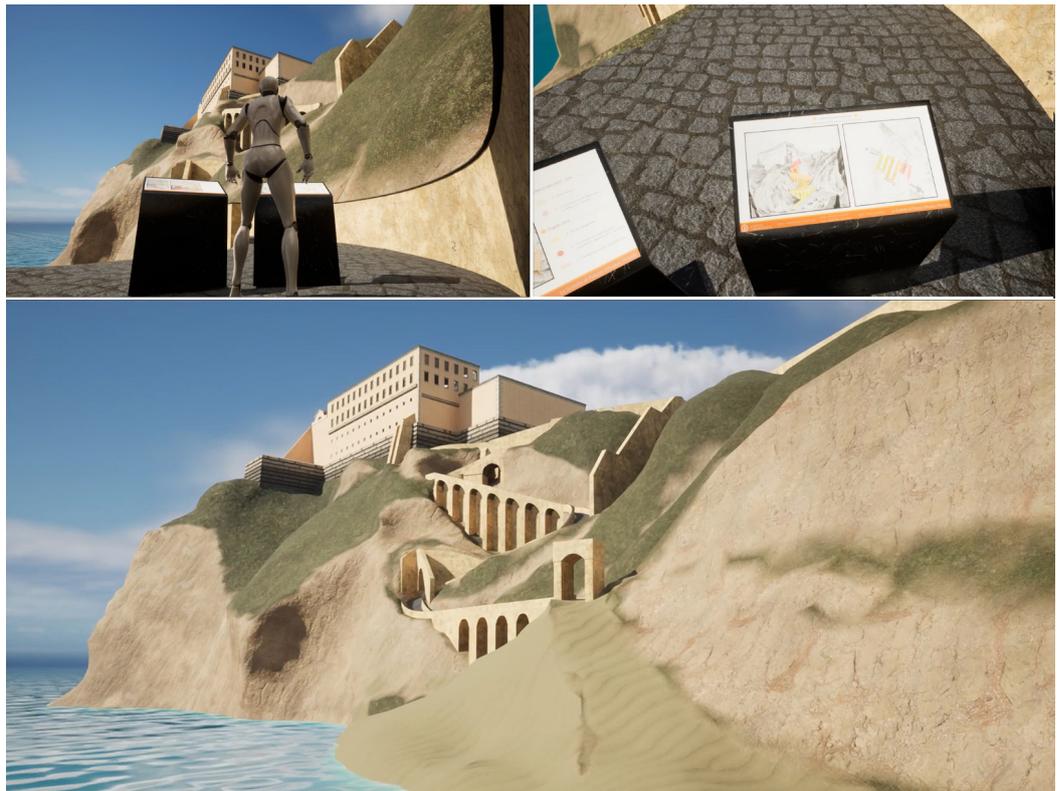


Fig. 11. Frames del *digital walking tour* per la fruizione virtuale gaming del sito della sperimentazione nella configurazione originaria. Elaborazione grafica degli autori.

Ringraziamenti

Il contributo è frutto del lavoro di ricerca congiunto degli autori, nell'ambito delle attività del RemLab (Laboratorio di Rilievo e Modellazione), del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università Federico II di Napoli. In particolare P. D'Agostino è autore del paragrafo "Introduzione" e "Il complesso architettonico-paesaggistico attraverso le fonti"; G. Antuono è autore del paragrafo "Il modello per la fruizione virtuale gaming"; infine le "Conclusioni e sviluppi futuri" sono in comunione tra gli autori.

Riferimenti Bibliografici

Alisio, G. (1976). *Siti reali dei Borboni*. Roma: Officina edizioni.

Antuono, G., D'Agostino, P., Maglio, A. (2021). Enrichment and sharing for historical architectures. A multidisciplinary HBIM approach. In *Eikonocity*, FedOA Press, vol. 6, n. 2, pp. 40-65.

Assante, F. (2007). *La regina delle galere. Storia e storie del Carcere di Procida*. Napoli: Giannini Editore.

Ausonio, E., et al. (2018). Potenzialità dei software Free e/o Open Source per la modellazione, gestione e fruizione di entità 3D. In *Geomatics Workbooks*, n. 14 - FOSS4G-it, pp. 4-20.

Banfi, F. (2021). Modelli dinamici interattivi per il patrimonio costruito. In Arena A., et al. (a cura di), *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 1998-2013.

Barba, S., Limongiello, M., Parrinello, S. (a cura di). (2020). *Drones. Systems of Information on cultural hEritage. For a spatial and social investigation. Collana Prospettive multiple: studi di ingegneria, architettura e arte*. Pavia: Pavia University Press.

Bertocci, S., Parrinello, S. (a cura di). (2015). *Digital Survey and Documentation of the Archaeological and Architectural sites*. Firenze: Edifir.

Cervellini, F., Rossi, D. (2011). Comunicare emozionando. L'edutainment per la comunicazione intorno al patrimonio culturale. In *DisegnareCon*, vol. 4, n. 8, pp. 48-55.

Cirillo, O. (2008). Carlo Vanvitelli - architettura e città nella seconda metà del Settecento. Firenze: Alinea Editrice.

Di Liello, S., Rossi, P. (2017). *Procida: architettura e paesaggio: documenti e immagini per la storia dell'isola*. Roma: Nutrimenti.

Emler, T., Caldaroni, A., D'Angelo, E. (2021). Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli. In Arena A., et al. (a cura di), *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 680-699.

Iodice, R., Fratta, A. (2017). *Palazzo d'Avalos e l'ex carcere di Procida: il complesso monumentale rinascimentale tra passato, presente e futuro*. Roma: Nutrimenti.

Ippoliti, E., Meschini, A. (2010). Dal "modello 3D" alla "scena 3D": Prospettive e opportunità per la valorizzazione del patrimonio culturale architettonico e urbano. From the "3D model" to the "3D scene". Prospects and opportunities for the enhancement of an architectural and urban cultural heritage. In *Disegnarecon*, vol. 3, n. 6, pp. 77-91.

Mortara, M., et al. (2014). Learning cultural heritage by serious games. In *Journal of Cultural Heritage*, vol. 15, n. 3, pp. 318-325.

Papa, L. M., D'Agostino, P., Antuono, G. (2019). El complejo termal de via Terracina en Nápoles entre levantamiento y uso. In *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, vol. 24, pp. 116-127.

Parrinello, S., Picchio, F., Bergigli, M. (2016). La 'migrazione' della realtà in scenari virtuali: Banche dati e sistemi di documentazione per la musealizzazione di ambienti complessi. Musei virtuali dell'architettura e della città. In *Disegnarecon*, vol. 9, n. 17, pp. 14-19.

Pütz, C., et al. (2020). Gamification and BIM Teaching the BIM Method through a Gamified, Collaborative Approach. In *From Demonstration to Practical Use To New Stage of Construction Robot*, Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2020), Kitakyushu, Japan, October 27-28, pp. 272-277.

Repola, L. (2019). La rappresentazione quale specchio del reale: le nuove tecnologie a servizio della conoscenza per la documentazione di ambienti complessi. In Belardi P. (a cura di), *Riflessioni l'Arte del Disegno. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 961-968.

Rodríguez-González, P., Muñoz-Nieto, A.L., Sanchez-Aparicio, L.J. (2017). 4D reconstruction and visualization of cultural heritage: analyzing our legacy through time. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII, pp. 1-3.

Trizio, I., Demetrescu, E., Ferdani, D. (2021). Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences. In *Disegnarecon*, vol. 14, n. 27, pp. ed1-ed8.

Autori

Pierpaolo D'Agostino, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
pierpaolo.dagostino@unina.it

Giuseppe Antuono, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
giuseppe.antuono@unina.it

Pedro Vindrola, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
pedrogabriel.vindrola@unina.it

Per citare questo capitolo: D'Agostino Pierpaolo, Antuono Giuseppe, Vindrola Pedro (2022). Ricostruzione e fruizione digitale di paesaggi perduti. Visioni di Palazzo d'Avalos in Procida/Digital reconstruction and fruition of lost landscapes. Views of Palazzo D'Avalos in Procida. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2272-2291.



Digital reconstruction and fruition of lost landscapes. Views of Palazzo D'Avalos in Procida

Pierpaolo D'Agostino
Giuseppe Antuono
Pedro Vindrola

Abstract

The present work wants to configure itself which paradigmatic contribution of methodological approach for the virtualization of the historical contexts radically changed in the course of the centuries. Reference is made in particular to the urban-landscape environment of Procida, an island in the Campania archipelago, which has undergone profound transformations that have modified its figurative and perceptive dimension, visible through a digital prototype asset that sees the experimentation of gamification theories, techniques and technologies. Starting from a project of integrated digital survey, the contribution highlights the potentialities of integration of the iconographic-archival and cartographic component in the definition of a 3D game model, exploring the possible interactions and the informative organization in optimized semantic instances, usable in AR/VR to reread the models of the historical transformations and the identity characters of the place. The possibility to test unprecedented modalities of use responds to the need to confront scenarios produced within digital environments designed to create interactive worlds not only for mere disclosure purposes but also responding to the demand for transmission of interdisciplinary information, structured for different interactive paths and scales of representation, able to tell different types of users, from professionals to ordinary users of virtual tourism, the historical memory of a complex landscape and architectural scenario.

Keywords

Cultural Heritage, integrated information systems, virtual model, cultural game design



Photo-bashing of the reconstruction and virtual fruition process of the complex system of fortification and sea access of Palazzo D'Avalos. Graphic elaboration by authors

Introduction

The digital world has pushed forward constant technological evolution in the last years. In the field of technical research for building constructions, this has led to new experimentation perspectives concerning the so-called digital twin of buildings and architectural works. Current studies and research are increasingly more oriented toward the experimentation of more adequate modalities of information communication for the knowledge, management, and valorization of the cultural heritage [Trizio et al. 2021]. This impacts both information structuring and the relationships with geometric-formal aspects. In this perspective, the study of the limits and opportunities of new digital languages allows fine-tuning new organic methods for investigation and information management, both at the architectural and urban and territorial scales. On this basis, this paper aims to highlight the new possibilities of data acquisition through *object-oriented* parametric modeling. This involves the use of game engines for the development of interactive content, based on *visual scripting* techniques, for the description and multi-dimensional visualization of the architectural heritage through virtualization processes, with a particular focus on sites where architecture is blended with the landscape. The output will be constituted by synthetic digital graphic models related to the structural conditions of the studied building in its lost or overwritten configurations, that is in the various sequential phases of its transformation over time. Indeed, this kind of approach enhances dynamism and interactivity in the exploration of space: in fact, interactivity is the structural requirement of these models and allows sensorial perception in a digital environment. This also leads to a non-invasive skimming of heterochronic components in urban landscapes, as these are overwritten and customized according to needs and in-use destinations.

This proposal aims to the definition of a methodological protocol for structuring, population, and information access in a digital environment, where historiographic, iconographic, and graphical-technical material is collected and systematized. The following data construction is aimed at stimulating a higher engagement and increasing communicative-experiential impact and knowledge transfer [Empler et al. 2021]. This has been tested on the landscape-architectural complex of the Procida island, in the province of Naples (Italy), with a focus on the ancient fortification system and on the access to the bay northwest of Palazzo D'Avalos. This area has undergone deep transformations over different periods, in a complex orographic context: in fact, only a few elements of the original configuration are now present, and it can be deduced only through the consultation and integration of historical sources (figs. 01, 02).

Traces of the landscape-architectural complex in the sources

The construction of the fortified residence requested by the Cardinal Innico D'Avalos in 1560 has been a key event in the architectural-landscape configuration of the Procida island, as it has determined the historical transformation and evolution of the urban space that is currently known as 'Terra Murata'. It led to the realization of sea access routes, in addition to defensive areas and structures, which represent a trace of the political, military, and urbanistic history of the island.

According to significant graphic documentation, the area surrounding Palazzo D'Avalos was the object of a complex adaptation and re-functionalization project. The Bourbon conquest in 1734 led to subsequent aggregations and adaptations of the multiple architectural additions required for the completion of the functions of the site. These included both the transformation of the appearance of the building, from a fortified residence into a royal palace, and the upgrade of the defensive structures. Moreover, the safety of the sea access stairway [Alisio 1976] was increased; this structure, which has now almost completely disappeared, was used by the D'Avalos troops for resource supply.

The area comprising the ancient sea access and the promontory - once used as a defensive fortification and subjected to integrations and configuration changes over time - now houses several partial uses. Nowadays, the area is deeply altered from its initial layout, due to the abandoned state of the constructions and the partial disappearance of fortification and sea access structures. However, historical sources report the presence of a three-flight sea access stairway since the 18th century [Di Liello & Rossi 2017; Iodice & Fratta 2017]. Near the end of the century, in 1769, it was subjected to an adaptation project by Ferdinando Fuga; at the beginning of the subsequent cen-

tury, a reconstruction intervention was performed in 1802 by Carlo Vanvitelli [Alisio 1976], on a majestic series of flying buttresses serving as a connection to the sections from the first edification. Among the several cartographic and technical documents produced over the centuries [Cirillo 2008], military cartographies from the first half of the 19th century, whose original copies have been consulted in the section Manoscritti e Rari of the National Library of Naples, represent precious documentation for the reconstruction of the general architectural layout.

Several drawings provide detail on the layout of the stairway, which is only portrayed in two pictures of the same period: a view by Giacinto Gigante in 1823 and a line drawing by Achille Vianelli (fig. 02). Military cartographies show the first flights of the stairway and an artillery battery on the edge of the bay; a subsequent project included the extension of the stairway toward the sea, the construction of a small dock, the modernization of the cannons, and the realization of a fortification above the bay.

In addition to the findings from historical and archival sources, the remains of the landscape-architectural landscape have been detected through a detailed survey: in fact, some constructions have



Fig. 01. Overview of the case study: fortified system and access to Palazzo D'Avalos in the Terra Murata district of the Procida island. Graphic elaboration by authors

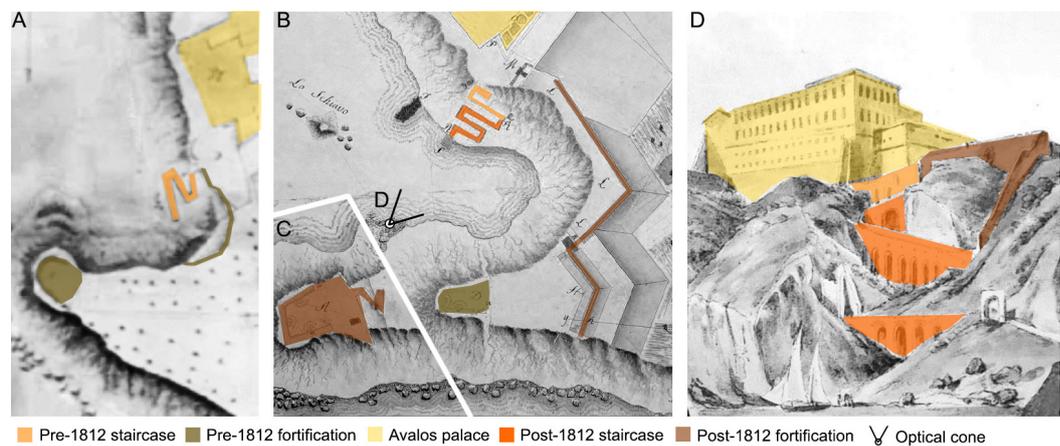


Fig. 02. Comparison between the cartographic documents of the military interventions (A, B, C) and a view by G. Gigante (D), showing the transformations of the ancient system of fortification and access to the bay northwest of Palazzo D'Avalos. Graphic elaboration by authors

survived historical transformations, but have not been systematically and accurately explored yet. These include one of the arches of the third flight of the stairway, covered by thick vegetation: this visual obstacle required the use of digital survey methods to obtain the topography of the area (fig. 03). Based on these data, a hybrid model for knowledge, management, and dissemination has been developed. The model is oriented to *gaming reality-based* (fig. 04) fruition and allows viewing the original planimetric and altimetric layout of the site in figurative and perceptive terms – through superimposition, contaminations between real and virtual – to reveal and valorize the historical landscape connected to fortified architecture. Documental consultation and interpretation have represented the foundation for the definition of a prototypal multiscale asset, favoring the distinction of the unchanged elements in the construction/context system, and the reconstruction of the elements of the original project.

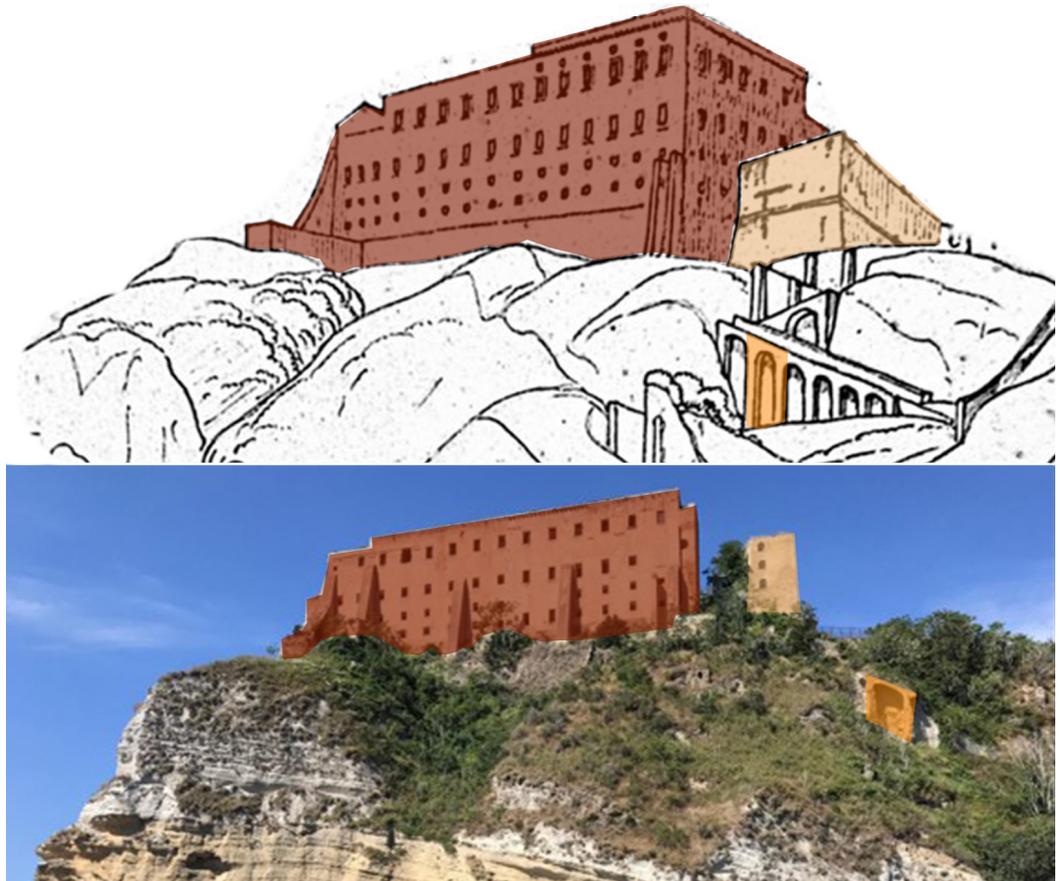


Fig. 03. Comparison between the view by A. Vianelli and the current one, with the highlight of unchanged elements and the constructions that have survived historical transformations. Graphic elaboration by authors

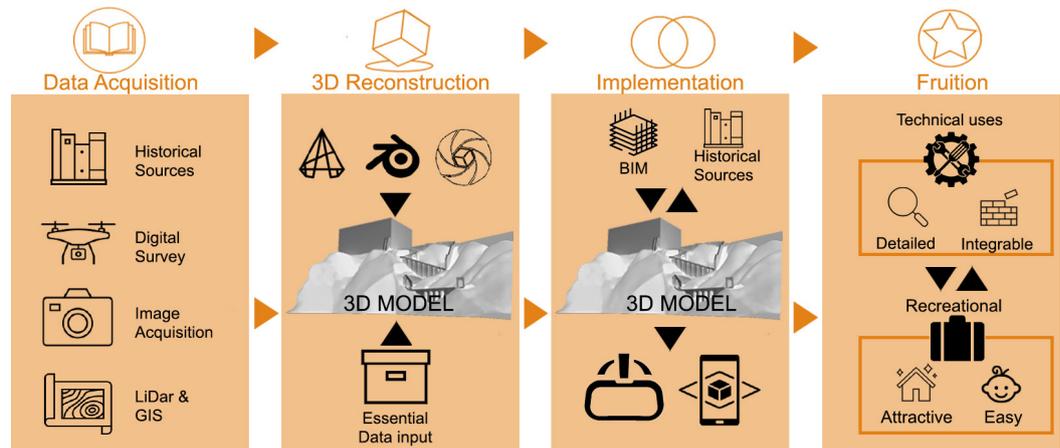


Fig. 04. Synthesis of the adopted multiscale approach: from data acquisition to gaming virtual fruition of the multi-scalar model. Graphic elaboration by authors

Virtual gaming fruition model

The architectural and landscape value and importance of the fortified complex of Palazzo D'Avalos have motivated the construction of a multiscale model for knowledge acquisition [Repola 2019] and gaming virtual fruition. This has been implemented through new modalities of georeferencing and digital archiving provided by the paradigm of virtual modeling and representation [Parrinello, Picchio & Bercigli 2016]. They allow communicating virtual tourists the historical memory of a complex scenario that is currently only "visible" through the related sources and documents [Papa, D'Agostino & Antuono 2019].

A consolidated survey methodology [Barba et al. 2020] has been employed, including diachronic analyses to trace back fragmentary, sometimes decayed, episodic elements (fig. 03), to a pre-ordinated unitary form, in relation to the structures and infrastructures for fortification and access. Considering the specific orographic conditions, the *open LiDAR* data of the National Geoportal - with a 1.5 points/5 m level of detail for geographic information, which did not provide a sufficient degree of detail for the description of the morphology of the area - have been integrated with survey data obtained with various *reality-based* approaches [Bertocci & Parrinello 2015]. In particular, the survey output included the height of the points on the plane and the description of the spatial configuration of the elements that have survived historical transformations. An RPAS-supported photogrammetric acquisition campaign has been carried out to reconstruct the topography of the site and the main planes of the residual arch-vaulted element in the stairway that accesses the Palace; spheric panoramic images have been taken for the construction of a Virtual Tour of the complex for off-site applications, destined for interactive explorations with superimpositions between real and virtual.

The elaboration of the acquired spatial data has produced the polygonal mesh of the natural and anthropic system, optimized through *mesh sculpting* operations. In this way, the unification of the normals was performed, vegetation-related noise was simplified, and the dimension of the reconstruction model was controlled (fig. 05).

The integration and processing of the data from the survey and documental research have allowed correlation of the various layouts, described in project drawings and iconographic views: this favored the digital reconstruction [Rodríguez et al. 2017] of the original system of fortification and sea access, which dates back to the first half of the 19th century. In particular, the individuation of the viewpoint of A. Vianelli's view, and the elements required for the definition of the projective model of the perspective representation, have contributed to reconstructing the original layout of the stairway, starting from the unchanged elements of the anthropic system. This has then been verified by superimposing the view on the derived digital representation. At the same time, the graphical-semantic interpretation of the sources concerning the morphological values of the orographic context has allowed hypothesizing the plane-altimetric trend of the stairway and the fortified system, surrogating the artillery battery with similar coeval structures (figs. 06, 07). The geometrization, modeling, and texturing of the whole system [Ausonio et al. 2018] have been performed with a procedural approach, processing *modular assets* to be reused and recombined in an *object-oriented gaming model*. The modeling phase of the assets required a preliminary study of modular sub-systems for the decomposition of each flight in single aisles and each aisle in single elements, to associate an information component to fulfill the increasing need for accessibility and interaction in *gaming-AR/VR* mode (fig. 08).

After testing several *license-free* platforms, the most suitable solution appeared to be the *Unreal Engine* gaming engine, setting the digital environment on the first-person template to suit the VR visualization of the various construction phases of the building, configuring alternative scenarios on different information levels, to be also viewed in superimposition on the current state of places [Ippoliti & Meschini 2010] (fig. 09).

In the game engine, the optimized mesh of the orographic context has been "mapped" through a material multi-level *UVW Map*, starting from the distinction of the photo-planes obtained through the photogrammetric survey, editable in the *Unwrap UVW* tool of the mapping coordinates. This operation combines the calculation speed of polygonal graphics with the detail richness of raster images. In particular, the *texture mapping* of the orography, produced by the integration between the three master layers, has been obtained through *Material Blend* visual scripting parametric de-

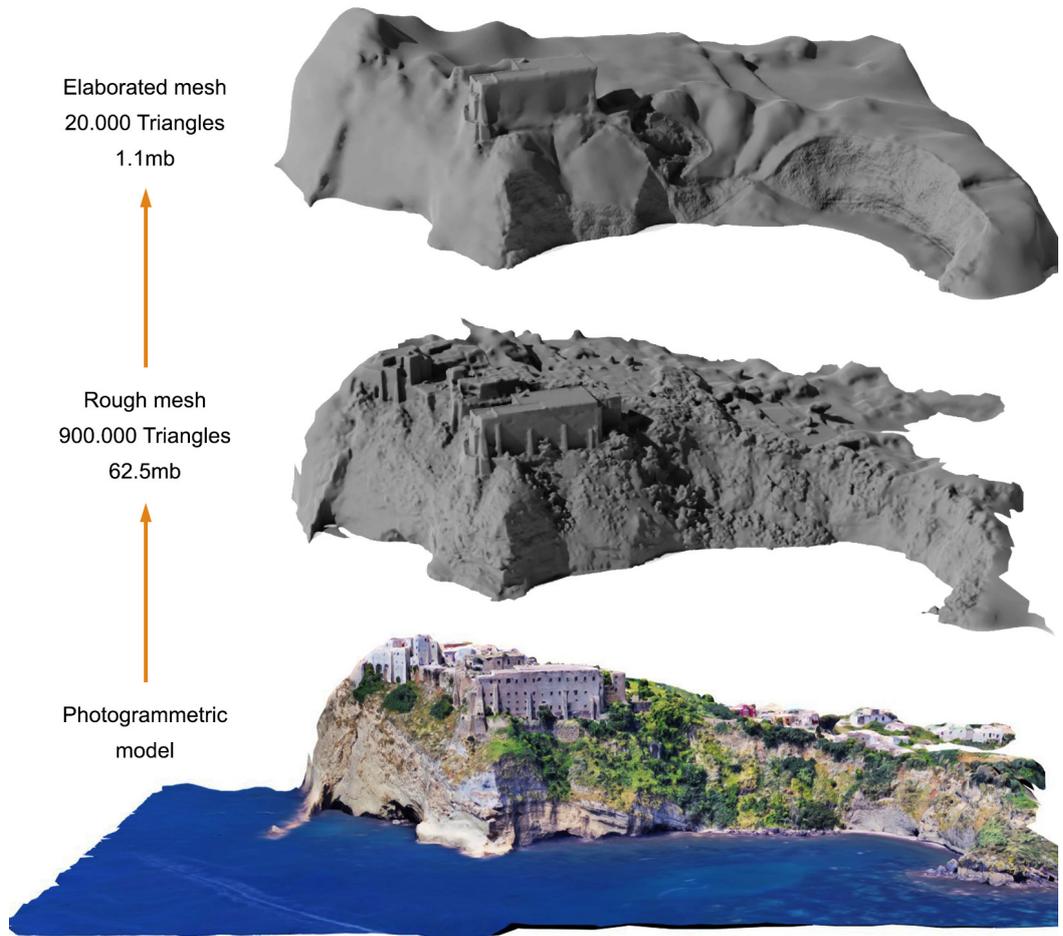


Fig. 05 Spatial data processing: from the photogrammetric model to the construction of the polygonal mesh, optimized through *mesh sculpting* operations. Graphic elaboration by authors

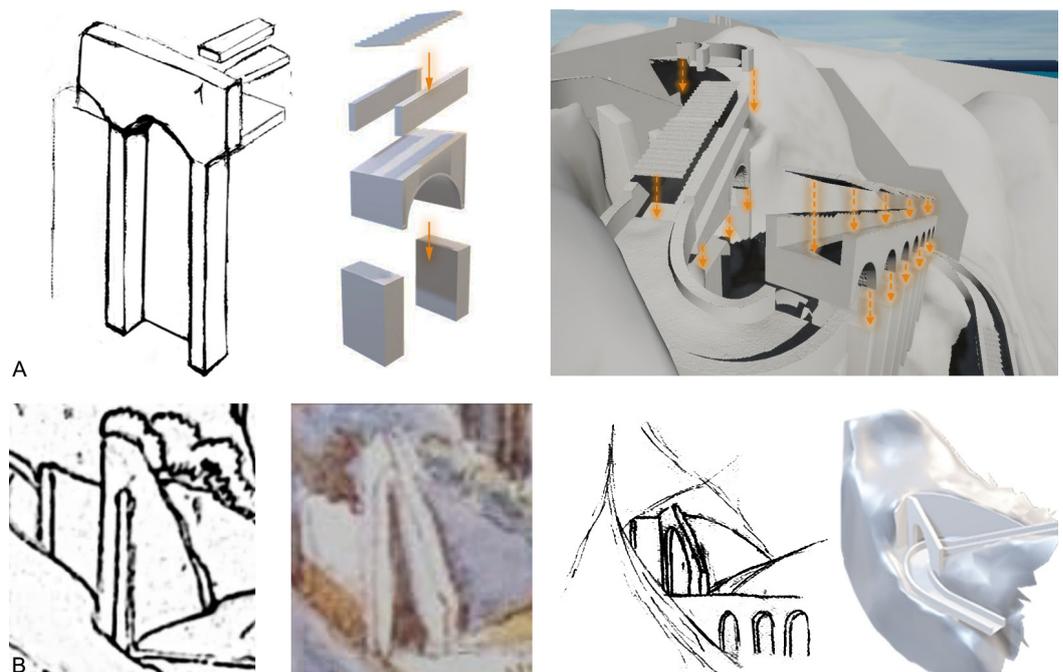


Fig. 06. Analysis and schematization of the constitutive elements of the stairway accessing the Palace (top), and graphical-semantic interpretation of the iconographic sources (bottom), for the related reconstruction and technical characterization. Graphic elaboration by authors

Fig. 7. Reconstruction of the original layout of the stairway, starting from the unchanged elements of the anthropic system, verified by superimposing A. Vianelli's view on the derived digital representation. Graphic elaboration by authors



sign. RGBa notation has been enabled for local edit by vertex painting on the layers corresponding to each vertex of the mesh: that is, both the color and the level of the alpha channel have been specified.

The possibility of working on specific areas of a single *UWW Map* allows operating on the *macro-texture variation* and *reduce macro-contrast* parameters of the single-layer view, hence speeding up the real-time processing and visualization of the area.

This has been compounded by the *Triplanar Mapping* synthetic representation (fig. 10) of the architectural model of the defensive and access system, considering the information uncertainty of their material and colorimetric component.

Some technical-descriptive data have been recalled in Unreal Engine through the design of fixed and pop-up widgets within the gameplay system in blueprint visual scripting, by clustering information to ease data acquisition and interaction [Mortara et al. 2014] (fig. 11).

For example, the real-time visualization of the photographic and historical archive favors *amusement* and *edutainment* [Cervellini & Rossi, 2011] and allows verifying the geometric-formal reliability of the model through superimposition with the iconographic documentation in the gaming Mixed Reality. Free navigation in the immersive *digital walking tour* through nested windows and interaction with the historical-information parametric elements of the *cloud object* allows acquiring knowledge of the spatial and constitutive characteristics of the various elements, favoring the recovery of historical memory, in a multi-user perspective.

Conclusions and future developments

The development of advanced modeling tools and their interconnection and visualization on gaming platforms, which are available to a wide and variegated range of users, allow experimenting with novel modalities of information communication. The result is the production of scenarios in digital environments, creating interactive worlds for retracing the sequence of transformations in any architectural-landscape context. The potentialities within structuring models with pondered and optimized semantic objects allow obtaining infographic models for the valorization of the architectural heritage. This is realized by improving the fruition of architectural works with a high historic value, making use of their evident characteristics of operational flexibility. Such models can be integrated with the need for methodological accuracy, also employing integrated information management processes. Moreover, an additional step toward interactive visualization is necessary to evolve the construction of relational parametric models for the communication and sharing of the Cultural Heritage [Antuono, D'Agostino & Maglio 2021; Banfi 2021, Pütz et al. 2020]. This outlines new scenarios for the exploration through virtual and augmented reality: these tools should also be addressed to specialized professionals. Hence, the technical data contained in the system could favor the management of the part of cultural heritage that is now abandoned and decayed, in addition to actively engaging the community and digital tourism through entertainment functions.

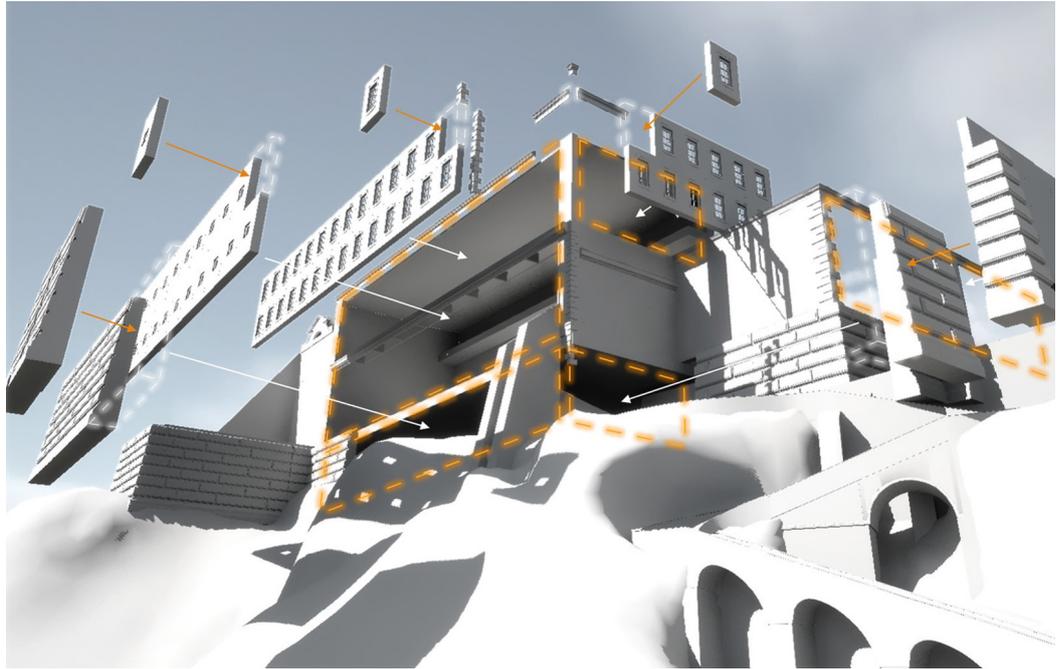


Fig. 08. Procedural approach with the processing of modular assets recombined in an *object-oriented gaming model*: exploded perspective view of the typological connections between elements. Graphic elaboration by authors



Fig. 09. *Visual scripting* parametric design for the "mapping" of the orographic and architectural model of the site under experimentation. Graphic elaboration by authors

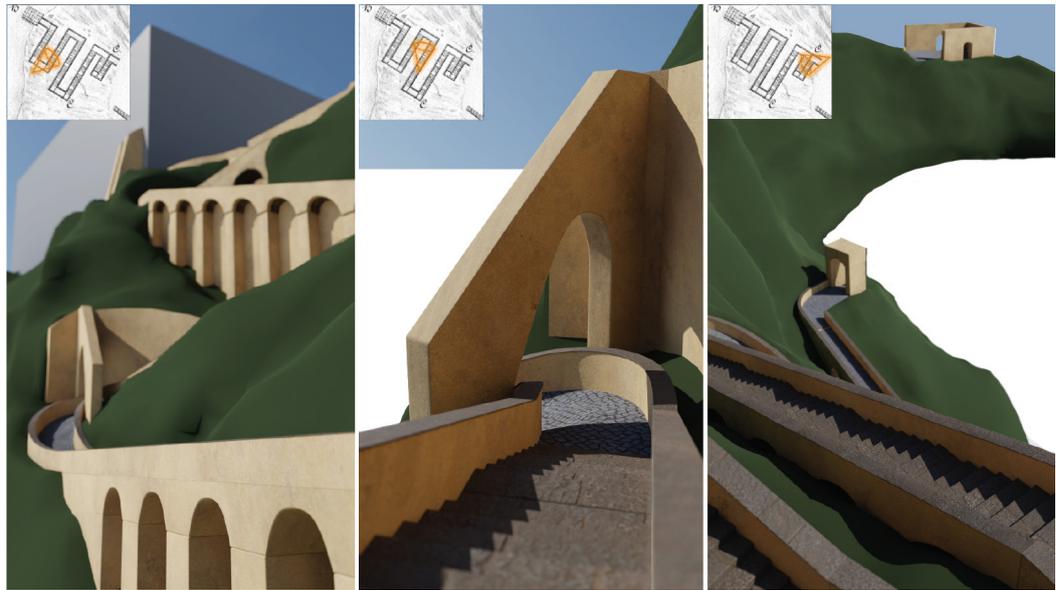


Fig. 10. Views of the architectural model – texturized in the game engine – of the access and the fortified system on the edge of the bay. Graphic elaboration by authors

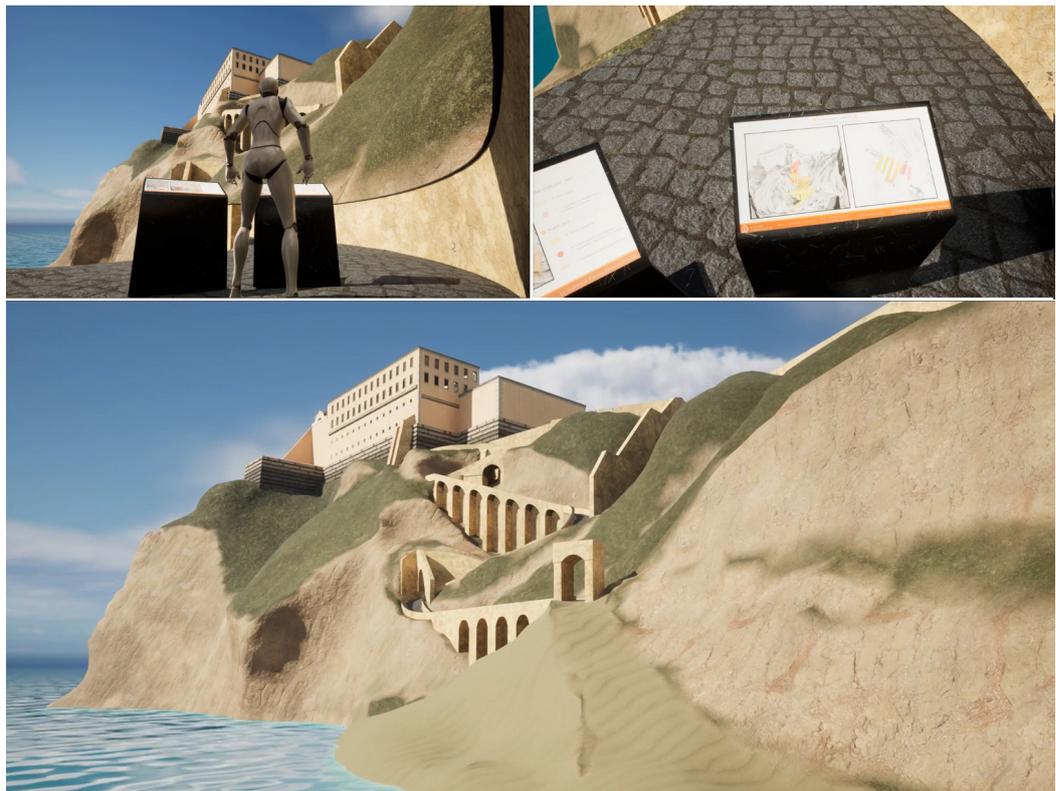


Fig. 11. Frames from the digital walking tour for the gaming virtual fruition of the examined site in its original configuration. Graphic elaboration by authors

Acknowledgments

The paper is a joint research work by the authors within the activities of the REMLab (Laboratory of Survey and Modeling) of the Department of Civil, Building and Environmental Engineering at the University of Naples "Federico II". P. D'Agostino has authored the paragraphs "Introduction" and "Mentions of the architectural-landscape complex in the sources"; G. Antuono has authored the paragraph "Virtual gaming fruition model"; "Conclusions and future developments" have been written together by the authors.

References

- Alisio, G. (1976). *Siti reali dei Borboni*. Roma: Officina edizioni.
- Antuono, G., D'Agostino, P., Maglio, A. (2021). Enrichment and sharing for historical architectures. A multidisciplinary HBIM approach. In *Eikonocity*, FedOA Press, vol. 6, n. 2, pp. 40-65.
- Assante, F. (2007). *La regina delle galere. Storia e storie del Carcere di Procida*. Napoli: Giannini Editore.
- Ausonio, E., et al. (2018). Potenzialità dei software Free e/o Open Source per la modellazione, gestione e fruizione di entità 3D. In *Geomatics Workbooks*, n. 14 - FOSS4G-it, pp. 4-20.
- Banfi, F. (2021). Modelli dinamici interattivi per il patrimonio costruito. In Arena A., et al. (a cura di), *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 1998-2013.
- Barba, S., Limongiello, M., Parrinello, S. (a cura di). (2020). *Drones. Systems of Information on cultural Heritage. For a spatial and social investigation. Collana Prospettive multiple: studi di ingegneria, architettura e arte*. Pavia: Pavia University Press.
- Bertocci, S., Parrinello, S. (a cura di). (2015). *Digital Survey and Documentation of the Archaeological and Architectural sites*. Firenze: Edifir.
- Cervellini, F., Rossi, D. (2011). Comunicare emozionando. L'edutainment per la comunicazione intorno al patrimonio culturale. In *DisegnareCon*, vol. 4, n. 8, pp. 48-55.
- Cirillo, O. (2008). Carlo Vanvitelli - architettura e città nella seconda metà del Settecento. Firenze: Alinea Editrice.
- Di Liello, S., Rossi, P. (2017). *Procida: architettura e paesaggio: documenti e immagini per la storia dell'isola*. Roma: Nutrimenti.
- Emler, T., Caldaroni, A., D'Angelo, E. (2021). Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli. In Arena A., et al. (a cura di), *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 680-699.
- Iodice, R., Fratta, A. (2017). *Palazzo d'Avalos e l'ex carcere di Procida: il complesso monumentale rinascimentale tra passato, presente e futuro*. Roma: Nutrimenti.
- Ippoliti, E., Meschini, A. (2010). Dal "modello 3D" alla "scena 3D": Prospettive e opportunità per la valorizzazione del patrimonio culturale architettonico e urbano. From the "3D model" to the "3D scene". Prospects and opportunities for the enhancement of an architectural and urban cultural heritage. In *Disegnarecon*, vol. 3, n. 6, pp. 77-91.
- Mortara, M., et al. (2014). Learning cultural heritage by serious games. In *Journal of Cultural Heritage*, vol. 15, n. 3, pp. 318-325.
- Papa, L. M., D'Agostino, P., Antuono, G. (2019). El complejo termal de via Terracina en Nápoles entre levantamiento y uso. In *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, vol. 24, pp. 116-127.
- Parrinello, S., Picchio, F., Bergigli, M. (2016). La 'migrazione' della realtà in scenari virtuali: Banche dati e sistemi di documentazione per la musealizzazione di ambienti complessi. Musei virtuali dell'architettura e della città. In *Disegnarecon*, vol. 9, n. 17, pp. 14-19.
- Pütz, C., "et al." (2020). Gamification and BIM Teaching the BIM Method through a Gamified, Collaborative Approach. In *From Demonstration to Practical Use To New Stage of Construction Robot*, Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2020), Kitakyushu, Japan, October 27-28, pp. 272-277.
- Repola, L. (2019). La rappresentazione quale specchio del reale: le nuove tecnologie a servizio della conoscenza per la documentazione di ambienti complessi. In Belardi P. (a cura di), *Riflessioni l'Arte del Disegno. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Roma: Gangemi, pp. 961-968.
- Rodríguez-González, P., Muñoz-Nieto, A.L., Sanchez-Aparicio, L.J. (2017). 4D reconstruction and visualization of cultural heritage: analyzing our legacy through time. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII, pp. 1-3.
- Trizio, I., Demetrescu, E., Ferdani, D. (2021). Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences. In *Disegnarecon*, vol. 14, n. 27, pp. ed1-ed8.

Authors

Pierpaolo D'Agostino, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
pierpaolo.dagostino@unina.it
Giuseppe Antuono, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
giuseppe.antuono@unina.it
Pedro Vindrola, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
pedrogabriel.vindrola@unina.it

To cite this chapter: D'Agostino Pierpaolo, Antuono Giuseppe, Vindrola Pedro (2022). Ricostruzione e fruizione digitale di paesaggi perduti. Visioni di Palazzo d'Avalos in Procida/Digital reconstruction and fruition of lost landscapes. Views of Palazzo D'Avalos in Procida. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *DDialoghi. Visioni e visibilità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. pp. 2272-2291.