

FISICO, DIGITALE, VIRTUALE, IMMATERIALE Esperienze di ricerca in ambito museale

PHYSICAL, DIGITAL, VIRTUAL, INTANGIBLE Research experiences in museums

Massimiliano Lo Turco, Elisabetta Caterina Giovannini
Andrea Tomalini

ABSTRACT

Il contributo ragiona congiuntamente sulle molteplici accezioni che gli artefatti digitali possono assumere, sul loro valore e sulla loro replicabilità, proponendo alcune riflessioni critiche e metodologiche circa l'utilizzo degli strumenti digitali in ambito museale. Assumendo tassonomie consolidate e ridefinendo le dimensioni digitali applicabili ai Beni Culturali in modo inedito, il saggio descrive alcune esperienze di ricerca condotte negli ultimi anni: dalla creazione di ricostruzioni virtuali del passato all'opportunità di manipolare modelli virtuali, operando su stratificazioni informative non percepibili dalla semplice osservazione dell'oggetto da collezione ed evitando che si configurino come una semplice ripetizione dell'esperienza percettiva dell'oggetto reale.

This paper dwells on the many meanings the digital artefacts can have, their value and their replicability. It presents some critical and methodological thoughts on the use of digital tools in the museums. Using consolidated taxonomies and redefining the digital tools to be innovatively applied to Cultural Assets, the essay describes some research experiences carried out over the last years. From the creation of virtual reconstructions of the past, to the opportunity to work on virtual models, operating on informative stratification not perceptible by simply observing the collection's item and avoiding its evolution into a simple repetition of the perceptual experience of the real object.

KEYWORDS

musei, patrimonio culturale digitale, realtà virtuale, modellazione digitale ricostruttiva, narrazione

museums, digital cultural heritage, virtual reality, digital modelling for reconstruction, storytelling

Massimiliano Lo Turco, Engineer, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architecture and Design (DAD), Politecnico di Torino (Italy). He carries out research activities in the field of survey and digital modelling; in particular, focusing on the potential of BIM methodology for the project, the process, and also for the Cultural Heritage. Mob. +39 388/94.54.849 | E-mail: massimiliano.loturco@polito.it

Elisabetta Caterina Giovannini, Architect and PhD, is a Temporary Research Associate at the Department of Architecture and Design (DAD), Politecnico di Torino (Italy). She focuses on design, survey and representation of architecture. In particular, over the last years, she has dealt with ontologies, semantics, and BIM platforms to manage and enhance the cultural heritage. Mob. +39 320/70.65.741 | E-mail: elisabetta-caterina.giovannini@polito.it

Andrea Tomalini, Architect, is a PhD Candidate in Architectural and Landscape Heritage at the Department of Architecture and Design (DAD) at Politecnico di Torino (Italy). He carries out research on architectural representation and in particular on the visual programming language (VPL) applied to BIM processes in building design and in Cultural Heritage. Mob. +39 349.22.83.296 | E-mail: andrea.tomalini@polito.it

I recenti strumenti digitali stanno ampliando le possibilità di definire nuovi processi di digitalizzazione, archiviazione e fruizione dei Beni Culturali. L'emergenza sanitaria in atto ha amplificato tale tendenza, richiedendo all'ecosistema culturale di uscire dai consueti binari, adattandosi a metodi e linguaggi alternativi per varcare i confini fisici ed entrare nelle case dei cittadini: nel giro di un brevissimo lasso di tempo, sono stati aperti, potenziati e riprogettati siti e canali social per portare a domicilio visite e tour, collezioni e laboratori, storie e racconti. Nell'attesa di un ritorno alla normalità post pandemica dal Covid-19, questo momento particolarmente delicato per l'Istituzione museale è diventato un'occasione unica per dimostrare di essere non solo un luogo di conservazione del Patrimonio, ma un servizio alla società globale e alle comunità locali senza distinzioni, oltre a una vera e propria cura all'isolamento da quarantena.

Virtual tour, collezioni aperte, mostre in digitale, visite guidate, pillole in streaming, laboratori e giochi a distanza sono le principali risposte che le istituzioni culturali hanno dimostrato di saper proporre, mescolando sapientemente diversi ingredienti in modo rapido, e con esiti anche qualitativamente elevati. Trattasi della cosiddetta Second Digital Turn (Carpo, 2017) che coinvolge tanto la sfera materiale quanto quella immateriale. Seppure gli esiti sopra introdotti possano apparire innovativi, è necessario richiamare alcuni riferimenti essenziali: i) la Carta sulla Conservazione del Patrimonio Digitale (UNESCO, 2003) che sancisce il ruolo, la dignità e l'importanza degli strumenti e dei metodi digitali nella creazione del Patrimonio Culturale a livello internazionale; ii) la Carta di Londra¹ del 2009 che definisce i principi di scientificità e validazione nella ricostruzione virtuale del Patrimonio Culturale, in cui i concetti di 'trasparenza' e l'uso dei 'paradati' costituiscono indispensabili riferimenti per l'analisi filologica dei modelli digitali (Brusaporci, 2019).

Nel libro dal titolo *Museum Object Lesson for the Digital Age* (Geismar, 2018) l'autrice sostiene con forza la necessità di considerare il proliferare di progetti digitali nei musei in un contesto storico più ampio, soprattutto in un momento in cui il digitale è diventato di per sé stesso un potente strumento testimoniale. Nel campo della conservazione archivistica digitale, per valore di un artefatto digitale si intende il valore intrinseco di un oggetto digitale, in contrapposizione al contenuto informativo dell'oggetto stesso. Sebbene manchino standard precisi per operare valutazioni quantitative, gli oggetti 'born-digital' e le rappresentazioni digitali di oggetti fisici possono avere un valore che è loro attribuito, in quanto artefatti.

I surrogati digitali costituiscono quindi un'opportunità imprescindibile per favorire la conservazione e un maggiore e più agevole accesso alle risorse. Occorre prendere atto che la 'riproducibilità tecnica dell'opera d'arte', come descritta da W. Benjamin (2008), ormai ampiamente indagata, è arrivata a livelli davvero eccellenti: gli artefatti riprodotti non si possono più considerare semplici copie fedeli dell'originale, ma di volta in volta degli originali. Tuttavia, come sottolinea Ch'ng (2019), all'atto della digitalizzazione di un qualsiasi oggetto, l'autenticità e

il valore della copia dell'originale sembrano persi, perché la copia può ora essere editata, riprodotta e distribuita a basso costo. Il simulacro rinuncia a qualsiasi pretesa di oggettività, sostituendosi alla sua controparte reale e assumendo un proprio valore completamente autonomo; è però utile ragionare sulla differenza di valore tra originale e copia: il primo ha un valore intrinseco, mentre la seconda ha un valore strumentale. Come afferma Ch'ng (2019), il valore intrinseco di una copia non è equivalente all'originale, il valore strumentale della copia è significativamente più alto; se due valori vengono messi insieme, il valore combinato può diventare maggiore dell'originale.

In linea generale, è necessaria una riflessione approfondita sulla qualità e il valore della copia digitale: la soluzione al bisogno fondamentale di identificare e autenticare le copie digitali ha importanti implicazioni per la documentazione digitale del Patrimonio Culturale, anch'essa sospesa tra permanenza e temporalità (Germanà, 2018) specialmente quando il tempo, l'incuria e la distruzione da rischi antropici e conflitti minacciano il nostro Patrimonio Culturale fisico. Occorre quindi immaginare il Patrimonio Culturale come un concetto dinamico, latore di diversi significati, sia geografici che temporali; in particolare, nel passaggio tra una mera conservazione basata sui materiali e una seconda incentrata sui valori (Sposito and Scalisi, 2018), si possono includere diversi approcci che impiegano largamente le nuove tecnologie digitali per valutare le azioni necessarie alla loro conservazione e divulgazione.

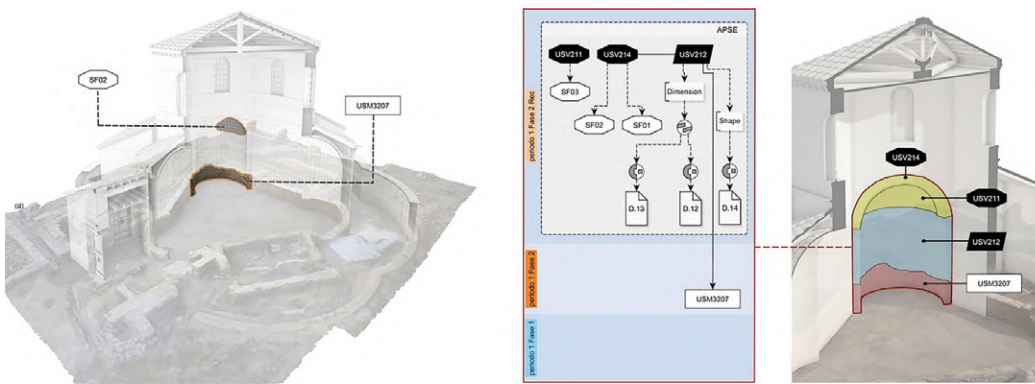
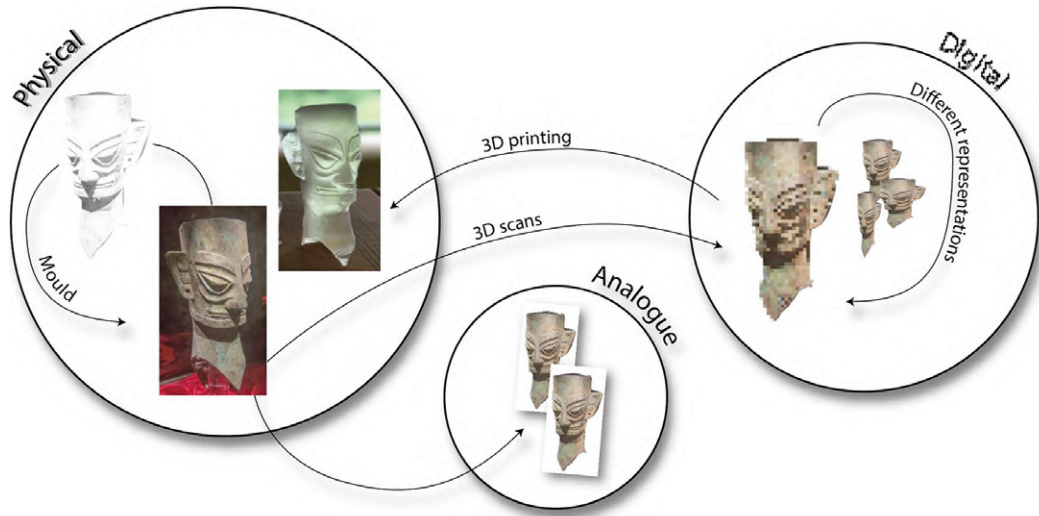
In ambito museale, le più recenti tendenze riguardano la realizzazione di copie di oggetti espressamente progettate per essere complementari alla visione dell'oggetto reale, fertile terreno per la costruzione di narrazioni efficaci e coinvolgenti, con «[...] un preciso tentativo di compensare la passività della visione attraverso un approccio emozionale che coinvolga il visitatore in un percorso informativo in cui, malgrado l'inattività della fruizione, egli è in qualche modo partecipe, perché coinvolto emotivamente» (Gabello, 2019, p. 167).

I nuovi processi digitali di visualizzazione stanno dunque ampliando esponenzialmente la capacità dei musei di definire nuove esperienze di percezione dei Beni Culturali; ed è in questo contesto che si introduce il presente saggio, costituito in primis da riflessioni critiche e da alcuni riferimenti utili. La seconda parte del contributo sintetizza alcune ricerche e sperimentazioni condotte dal gruppo di ricerca dell'area del Disegno afferente al Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino, ove le connessioni tra l'elemento fisico/ tangibile sono rappresentate dall'oggetto da collezione museale e l'elemento virtuale/immateriale non si limita ad essere la sua replica digitale. In questo ambito pare quanto mai opportuno che le diverse esperienze proposte non debbano costituire una ripetizione dell'esperienza, ma abbiano carattere di complementarità. I linguaggi e le forme di comunicazione scelti sono riconducibili a ciò che oggi si definisce 'storytelling digitale'; indipendentemente dai contenuti veicolati, devono possedere caratteri di inclusività e, laddove possibile, di co-partecipazione.

Lo stato dell'arte | Non è semplice riassumere in poche righe le principali coesistenze virtuose tra oggetti fisici e contenuti digitali fruibili nei musei. Prima di addentrarsi nella descrizione di alcuni casi di studio esemplificativi è opportuno partire dall'interessante tassonomia proposta da Ch'ng (2019) che riassume i sei tipi di riproduzione disponibili all'epoca della Quarta Rivoluzione Industriale (Fig. 1): 1) da Fisico a Fisico; 2) da Fisico ad Analogico; 3) da Fisico a Digitale; 4) da Digitale a Digitale; 5) da Digitale a Fisico; 6) Digitale e Fisico. Ragionando sulle forme che la copia digitale può assumere, spesso si associa alla ricostruzione virtuale l'idea di un modello tridimensionale. Questa visione è, a giudizio degli scriventi, un po' limitante. Quali possono essere le dimensioni che la copia può assumere? Descrivendole non necessariamente in ordine di complessità crescente, possono considerarsi copie virtuali le riproduzioni di documenti testuali (monodimensionali); a questo si aggiungono le elaborazioni grafiche quali disegni e immagini (2D), i modelli (3D), integrabili con ulteriori informazioni riferibili alla dimensione temporale (4D).

Oltreché ad assolvere le basilari funzioni di custodia e di valorizzazione del Patrimonio Culturale, uno degli obiettivi da perseguire riguarda il tema dell'accessibilità delle rappresentazioni digitali degli oggetti che conservano, per facilitare la conoscenza e la fruizione del Patrimonio stesso, sostenendo la ricerca scientifica e favorendo l'educazione (Biagetti, 2016). Nella digitalizzazione del Patrimonio Culturale si fa sempre più uso di ontologie, strumenti fondamentali per perseguire l'obiettivo dell'interoperabilità semantica, concettualizzando un dominio e agendo come mediatori per la ricerca integrata degli oggetti digitali gestiti in diversi repositories. Per questo motivo, tutti i sistemi dovrebbero fare riferimento allo standard CIDOC-CRM di ICOM, la più importante e vasta ontologia del settore del Patrimonio Culturale, essenziale per agevolare lo scambio e l'integrazione delle descrizioni, delle informazioni e della documentazione per la ricerca scientifica tra fonti eterogenee del settore; molti progetti di ricerca di respiro internazionale si sono occupati di queste tematiche (Meghini et alii, 2017). In ambito artistico è interessante menzionare la riproduzione digitale ad altissima risoluzione di opere pittoriche. Tra le varie, la digitalizzazione del dipinto *Ragazza con l'Orecchino di Perla* di Vermeer permette di ammirare ogni singola pennellata ma apre anche a nuove interpretazioni nel campo della ricerca; gli esiti sono ben diversi dalle finalità con cui il pittore aveva realizzato il dipinto: da opera d'arte concepita dall'autore si passa all'opera d'arte per la comunità, agevolando quella stratificazione di informazioni in grado di definire narrazioni e fruizioni differenti e meno esplorate.

In merito alla riproduzione di oggetti 3D, in particolare di statue, si ricorda il *Parian Marble – A Virtual Multimodal Museum Project*. Il progetto riguarda la promozione culturale relativa all'utilizzo delle antiche cave dell'isola di Paros in Grecia, mediante l'uso di moderne tecnologie e tentando di 'restituire virtualmente' gran parte delle opere in marmo che sono state create dal VII al V secolo a.C. nel loro luogo di origine. Attraverso un'intensa sperimentazione delle diverse soluzioni tecnologiche emergenti nei campi



| APSE | PROPERTIES | INFOS | INTERPRETATION | SOURCES |
|---------|---|--|---|--|
| USV 212 | EXISTENCE: SHAPE: DIMENSION: MATERIAL: | CERTAIN APSE DIAM. 16 FT HEIGHT. 24 FT LIMESTONE + WHITE PLASTER | EVIDENCES COMPARISONS 3D SURVEY DEDUCTION EVIDENCES | USM 3207 LATE ROMAN BUILDING (D.14) 3D MODEL (D.12) THEORY OF PROPORTION (D. 13) USM 3207 (IN-SITU) - EA 01 ; EA 2 (NON-IN-SITU) |

Fig. 1 | Classification of the possible reproductions of the fourth Industrial Revolution and their relations according to Ch'ng (2019).

Fig. 2 | Practical example of Extended Matrix: reconstruction of the apse and representation of data and paradata used (source: Demetrescu and Ferdani, 2021).

della Realtà Virtuale e Aumentata, il progetto mira a un concetto curatoriale che coinvolge diversi interlocutori (dai responsabili politici ai cittadini europei) nella digitalizzazione del Patrimonio attraverso ambienti virtuali (Ioannides et alii, 2016). In merito alla rappresentazione della quarta dimensione è interessante citare il lavoro di ricerca condotto dal VHLab dell'ISPC-CNR (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale-Consiglio Nazionale delle Ricerche), coordinato da E. Demetrescu (Fig. 2). L'Extended Matrix è un linguaggio formale con cui tenere traccia dei processi di ricostruzione virtuale, registrando le fonti utilizzate e i processi di analisi e sintesi che hanno portato dall'evidenza scientifica alla ricostruzione virtuale – e alla relativa Conservazione Virtuale (Reaver, 2019) – tenendo conto delle stratificazioni temporali (Demetrescu and Ferdani, 2021). Sempre in tema di Conservazione Virtuale è opportuno citare il progetto di Versailles VR sviluppato da Google Art & Culture, i lavori di CYArk e gli studi del gruppo MIT Design Heritage, in cui la qualità fotorealistica degli scenari virtuali è portata ai massimi livelli, mentre gran parte dei lavori dell'ISPC-CNR coniugano in maniera eccel-

lente attributi grafici e informativi, per una fruizione complementare all'artefatto reale.

La trasformazione digitale per un museo è quindi un'opportunità unica per dare vita a un ecosistema di relazioni socio-culturali che si estendono senza barriere tra lo spazio fisico delle collezioni e quello online. Paradigmi di fruizione basati sul concetto di 'learning by interacting' permettono di superare le tradizionali modalità di presentazione/osservazione del Patrimonio attraverso teche espositive, stimolando il visitatore a diventare spettatore attivo, rendendolo partecipe e protagonista dell'oggetto della sua visione. Egli infatti potrà navigare il modello 3D, girarci attorno, toccarlo, manipolarlo, investigarlo attivando diversi contenuti multimediali sullo stesso oggetto fisico (immagini, testi, video). Contestualmente si può garantire una migliore fruizione di Beni di grande pregio, la cui osservazione a occhio nudo all'interno delle teche limita fortemente l'apprezzamento del loro valore e la conoscenza dei dettagli.

Certamente panorama cognitivo, ambienti digitali e narrazioni complesse connesse al Patrimonio artistico hanno in comune la costante aspettativa di evoluzione del racconto; a oggi

un'aspettativa non soddisfatta dagli allestimenti museali e ancora meno dalla staticità dei racconti spesso proposti. Come ci ricorda Lampis (2017), il testo della decisione dell'Unione Europea con cui si è dato avvio all'Anno Europeo del Patrimonio 2018² contiene un forte richiamo alla necessità di un maggiore collegamento tra il Patrimonio artistico e le giovani generazioni, dotate di grandi abilità visive, di movimento corporeo, di rapido ragionamento e strategia, connesse ai videogame. Si tratta di abitudini all'elaborazione di processi cognitivi e di organizzazione del sapere e delle percezioni del tutto sconosciute alle generazioni precedenti, tuttavia foriere di grandi opportunità per comprendere le simbologie del Patrimonio artistico che è necessario considerare per superare proprio la staticità di alcuni percorsi museali, alcuni dei quali sono sprovvisti di supporti multimediali, incapaci dunque di intercettare quella parte di pubblico (Ferri, 2011).

Un esempio recente di perfetta complementarietà tra ambiente fisico e digitale è rappresentato dalla mostra temporanea Archeologia Invisibile (Fig. 3) organizzata dalla Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino. L'uso delle copie digitali, talvolta accompagnate da stampe 3D, è complementare alla visione dei manufatti della collezione. Attraverso la scansione radiologica delle mummie, è stato possibile acquisire le informazioni metriche dei gioielli degli antichi faraoni. Successivamente le stampe in 3D delle copie fisiche sono state prodotte ed esposte vicino ai reperti originali, nel pieno rispetto delle dimensioni reali e replicandone colori e materiali prendendo ispirazione da analoghi oggetti rinvenuti in altre tombe (Fig. 4; Ciccopiedi, 2019). Sono utili espedienti per dare all'esperienza l'accesso alla conoscenza, alla cosiddetta memoria semantica dell'oggetto, che agevola ma non si sostituisce all'emozione suscitata dall'originale: ciò è reso possibile attraverso tecniche immersive, come la Realtà Virtuale oppure meccanismi interattivi, quali le tecniche di gamification. Alcuni di questi interessanti esperienze hanno costituito il punto di riferimento per lo sviluppo delle attività di ricerca proposte dal gruppo di lavoro a cui afferiscono gli autori.

Esperienze di ricerca: metodologia e fasi | Per avvalorare alcune riflessioni sopra esposte si propongono due fertili terreni di sperimentazione, diversi tra loro e proprio per questo di grande interesse: il primo, riporta l'esito di un progetto di ricerca tra il Dipartimento DAD del Politecnico di Torino e la Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino, sviluppato tra il 2017 e il 2020. Il secondo caso di studio si riferisce alla collaborazione tra il medesimo Dipartimento e l'Associazione Teatro Popolare di Sordevolo, svolta tra il 2019 e il 2021.

Il primo progetto riguarda la digitalizzazione di alcune opere solo in parte accessibili all'interno del percorso espositivo (Mafri and Giovannini, 2019). La maggior parte delle Istituzioni culturali europee possiede un incredibile Patrimonio tangibile, che spesso non può essere presentato al pubblico per motivi differenti di spazio, di conservazione o per specifiche scelte espositive. L'obiettivo principale riguarda l'accessibilità di copie digitali di artefatti che sono parte di

collezioni museali 'nascoste', inserendole in un contesto virtuale e rendendole fruibili permanentemente non solo agli studiosi ma anche a un pubblico più ampio; in sintesi, le fasi di lavoro: i) acquisizione digitale delle maquette con strumenti fotogrammetrici; ii) modellizzazione geometrica e informativa degli artefatti; iii) allestimento della piattaforma online; iv) modellazione digitale ricostruttiva della Sala; v) realizzazione del serious game e dell'ambiente navigabile. Il Patrimonio Virtuale è dunque fruibile secondo differenti modalità: dalla più semplice esplorazione della replica digitale alla possibilità di utilizzare la modellazione digitale ricostruttiva per riappropriarsi delle installazioni museali del passato, nello stretto dialogo che intercorre tra contenitore e contenuto (Lo Turco, 2019). A questo si aggiunge la definizione di un serious game attraverso cui si interagisce con uno degli oggetti da collezione e lo si impara a conoscere, giocando.

L'esperienza di ricerca si riferisce alla modellazione digitale di tipo ricostruttivo che riguarda alcune aree del Museo che hanno subito diversi interventi nel corso degli anni. La Sala II dell'attuale Galleria dei Re aveva un allestimento museale molto diverso rispetto alla configurazione attuale; tuttavia, parte delle collezioni che ospitava in passato non sono più accessibili al pubblico e sono conservate nei depositi del museo (Fig. 5). La modellazione digitale ricostruttiva è utile per visitare a distanza e in modo interattivo alcune mostre precedenti della collezione denominata Modelli di Viaggio delle Architetture Egizie di J. J. Rifaud. La ricerca storica ha permesso di raccogliere le copie cianografiche contenenti la disposizione dei manufatti esposti nelle mostre del passato e l'esito finale è la fruizione immersiva dello spazio topologicamente ricostruito che prevede un'interazione attiva con i modelli precedentemente digitalizzati. Attraverso un'interfaccia progettata ad-hoc, l'utente può navigare liberamente all'interno dell'attuale Sala II della Galleria dei Re, e purata dalle false pareti e dal controsoffitto che nascondono le aperture esterne e il soffitto a volta (Fig. 6). Questo ambiente digitale favorisce un'interazione attiva con la mostra virtuale e i relativi modelli, secondo diverse forme di fruizione.

Ai sensi del D.M. 113/2018 (Adozione dei livelli minimi uniformi di qualità per i musei e i luoghi della cultura di appartenenza pubblica e attivazione del Sistema museale nazionale) si richiede il rispetto di standard minimi per l'efficace organizzazione e gestione dei depositi; il documento fa anche riferimento alla possibilità di rendere accessibile questo Patrimonio. L'attività svolta va proprio in questa direzione: nelle precedenti attività di divulgazione work in progress (Lo Turco et alii, 2019) era stato presentato il prodotto digitale fruibile attraverso la piattaforma 3DHOP per gestire modelli 3D ad alta risoluzione che possono essere esplorati, manipolati e arricchiti di ulteriori contenuti culturali.

Le soluzioni sono state implementate per l'edutainment, attraverso applicazioni 3D basate sul web e la gamification. La web-app, sviluppata in collaborazione con ISPC-CNR, propone contenuti culturali avanzati a un pubblico più ampio, attraverso un inedito processo di indagine, utile a stimolare la curiosità e ad ampliare i confini della conoscenza (Fig. 7). Il puzzle Web3D

sviluppato conduce gli utenti all'interno di un ecosistema digitale, interagendo con la documentazione digitalizzata. L'applicazione, che invita a mettere in relazione le litografie di Rifaud con un modello geometrico semplificato del tempio, non è rivolta solo ai bambini, ma anche a quelle persone che vogliono avvicinarsi alla conoscenza di questi manufatti, affrontando semplici problemi come la comprensione di uno spazio esistente, anche se situato in un contesto diverso da quello reale, partendo dalla sua rappresentazione 2D. Nell'epoca contemporanea, il serious game è pensato come una delle chiavi principali per innescare la fantasia e creare mondi semplificati dove costruire ipotesi che stimolino la comprensione dei fenomeni. Si tratta quindi di una ricerca che ha prodotto diversi e interessanti esiti per il fruitore finale, ma che allo stesso tempo risultano altrettanto stimolanti dal punto di vista ontologico ed epistemologico, poiché in grado di ibridare efficacemente il mondo fisico e il mondo digitale, ragionando attentamente sugli attributi e sulle relazioni tra i due ambienti.

Come è facile immaginare, il contesto in cui ci si muove nel secondo caso di studio è completamente diverso: lo spettacolo della Passione di Sordevolo ha una storia di circa duecento anni e con cadenza quinquennale, nel periodo estivo, esso prende forma coinvolgendo più della metà della popolazione sordevolese e attirando visitatori da tutto il mondo. A raccogliere, preservare e tramandare esperienze, testimonianze e reperti di questo unicum nel folklore ita-

liano, vi è il Museo della Passione che, in occasione dello spettacolo del 2020 (poi rimandato causa emergenza Covid-19) aveva intrapreso alcune azioni di rinnovamento degli allestimenti interni (Fig. 8). In questa occasione, l'Associazione ha deciso di integrare le collezioni presenti con nuovi contenuti digitali, esito del progetto di ricerca Digital Historical Scenic Design. L'installazione proposta non si limita alla visualizzazione di artefatti, ma è incentrata sulla narrazione delle storie delle persone che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione di questo spettacolo popolare. Le fasi di lavoro: i) raccolta e selezione dei materiali d'archivio disponibili; ii) modellazione digitale ricostruttiva di due scenografie del passato; iii) realizzazione di storyboard e video costituito da differenti contenuti multimediali; iv) condivisione del materiale multimediale attraverso Qr Code per una fruizione a distanza.

Discussione e risultati | Come è facile immaginare, i due casi di studio sono molto diversi per approccio, metodologie adottate ed esiti maturati: nella collaborazione con il Museo Egizio il punto di forza è costituito dalla messa a sistema di tecnologie differenti, cucite insieme in un prodotto multimediale organico, seppur fruibile per parti. Il limite attuale riguarda la sua divulgazione, ancora parziale, tramite il solo sito del progetto³, collegato a quello del Museo Egizio; ancora non si è avviata l'attività di registrazione e analisi dei feedback degli utenti per valutare l'efficacia del lavoro condotto.

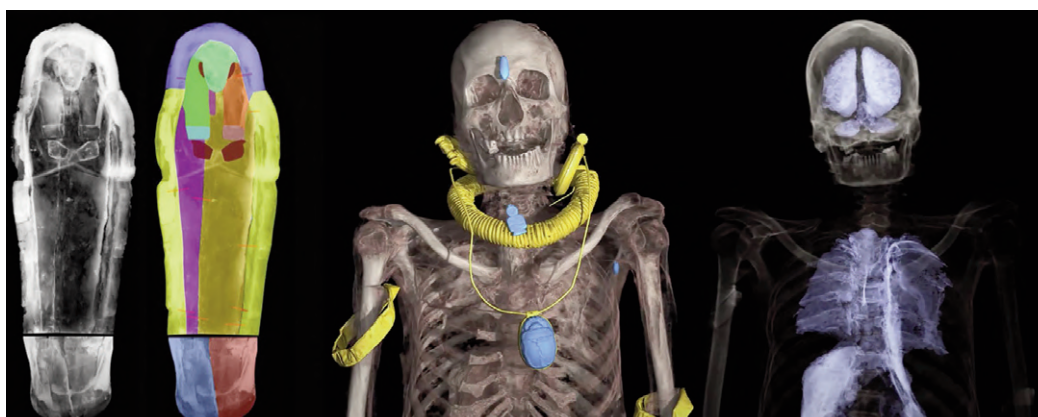


Fig. 3 | 'Invisible Archaeology' Temporary exhibition Poster; Sarcophagus hall, summary of the contents of the exhibition via video-mapping on the reproduction of the analysed sarcophagus (source: Ciccopiedi, 2019).

Fig. 4 | Image of the tomographic analysis of the sarcophagus and identification of its essences; Three-dimensional reconstruction of the skeleton and of the ornamental jewels inside the mummy; Analysis of the internal organs still intact inside the mummy (source: Ciccopiedi, 2019).



Fig. 5 | Some of the models previously acquired and converted with low poly to optimise the navigation in the immersive system (credit: E. Giovannini, 2019).

Fig. 6 | Comparison between digital modelling for reconstruction and the real exhibition layout (credit: E. Picchio, 2020).

Il secondo risultato proposto è opera di un team multidisciplinare in cui storici, architetti, attori e cittadini hanno lavorato insieme per un'attività di modellazione ricostruttiva di due scenografie significative della Passione andate in scena nel 1934 e nel 1950. Senza ricorrere a tecnologie di avanguardia, il progetto esplora l'utilizzo del digitale per la creazione di nuovi linguaggi di espressione e produzione creativa, mediante la rielaborazione critica e sintetica del Patrimonio documentario costituito da fotografie, schiz-

zi, disegni, video, tradizioni orali (Figg. 9, 10). L'uso di differenti strategie narrative ha consentito di rivolgersi a un pubblico non specializzato, ricreando e rivivendo virtualmente parte dell'esperienza di spettacoli passati ancora ben impressi nei ricordi e nei racconti tramandati dai sordevolesì. In questa seconda esperienza, il punto di forza risiede nell'approccio inclusivo: il discente si fa docente e l'Istituzione museo entra in rapporto paritetico con il pubblico, costruendo insieme contenuti e storie (Bonacini, 2020); anche

in questo caso le nuove tecnologie si sono rivelate utili per la rielaborazione dei racconti connessi alle collezioni museali (Mandarano, 2019), secondo un processo che permette alle opere e ai Beni Culturali di trasmettere informazioni, conoscenze ed emozioni (Luigini and Pancioli, 2019).

Conclusioni e temi aperti | Il saggio ragiona criticamente su alcune recenti esperienze di ricerca inerenti la fruizione museale, con particolare riguardo al rapporto non dicotomico ma complementare tra fisico e virtuale, in particolar modo tra oggetto da collezione e l'insieme degli attributi che possono essere annotati nel modello digitale. Fondendo insieme l'abilità digitale dell'apprendimento culturale, della narrazione e dell'intrattenimento nei manufatti del Patrimonio, nell'attività o nell'ambiente, il Patrimonio costituisce un campo molto interessante per dare significato all'esperienza digitale; inoltre, il mezzo digitale è in grado di fornire un accesso immediato alle risorse dinamiche rilevanti. Nel suo lavoro di ricerca Nofal descrive in dettaglio le qualità più rilevanti che un mezzo digitale può includere (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). Le diverse caratteristiche sono state combinate all'interno di un modello proposto di Patrimonio Phygital, in una piena ibridazione tra fisico e digitale, mappato lungo due assi: la qualità fisica delle informazioni e il livello con cui queste informazioni vengono comunicate.

Nel tempo, le repliche possono persino assumere lo stesso ruolo dell'originale e forse sostituirlo: uno dei temi di riflessioni che è scaturito dalla lettura delle esperienze di ricerca di levatura internazionale riguarda la possibilità che le copie digitali possano, in alcuni casi, avere lo stesso valore degli originali. Non c'è una posizione univoca, almeno non finché il digitale non avrà mediato completamente il nostro mondo fisico, e i contenuti digitali non saranno fruiti con lo stesso fervore degli oggetti fisici, e quando segni e simboli sostituiranno e simuleranno la nostra realtà. Il processo del simulacro potrebbe essere già all'opera e potremmo essere piacevolmente sorpresi nel vedere che, a parte la tangibilità delle copie digitali, non ci siano differenze dal punto di vista percettivo ma possiedano un diverso grado di accessibilità.

In merito ai criteri di inclusività, il crescente numero di progetti internazionali di digitalizzazione 3D del Patrimonio Culturale che adottano la metodologia del crowdsourcing hanno portato alla stesura di una metodologia operativa sistematica mirata alla digitalizzazione di collezioni museali o siti di rilevanza storico artistica oggetto di studio, per dimostrare che il visitatore può diventare co-creatore della digitalizzazione museale, divenendo parte attiva del processo. Se ben organizzata, una politica di questo tipo può supportare le realtà museali nelle azioni di digitalizzazione delle collezioni, passaggio determinante in un processo di conservazione del Patrimonio Culturale, con la convinzione che il riuso dei dati e delle immagini dell'arte attraverso le piattaforme che mettono in connessione fra loro visitatori, esperti, studiosi, appassionati, possa attivare la produzione di contenuti personali a beneficio di processi co-creativi di valore culturale ed economico per tutti. E il ruolo del museo? Ci saranno certamente anche nuove forme di fruizione culturale: il loro compito rimarrà sempre quello di migliorare l'esperienza visiva, estetica e intellettuale

di ogni visitatore quando costui si trovi di fronte a un manufatto del passato, cercando di fornire tutte le informazioni necessarie per arricchirne la comprensione. Il futuro, quindi dei musei è, come è sempre stato, la ricerca (Greco, 2019).

The recent digital tools are increasing the possibilities to define new digitisation, storage and enjoyment processes of Cultural Assets. The current Health Emergency has boosted this trend, demanding the cultural ecosystem to get out of its usual tracks, adapting to alternative methods and languages to overcome physical barriers and get into citizens' houses. In a very short time span, websites and channels have been created, enhanced and redesigned to bring tours, collections and workshops, stories and tales into every house. The waiting time to return to a new normal after Covid-19, is a particularly difficult moment for museums. It has become a unique opportunity to show that museums are more than places for Heritage conservation, but also a service to society and local communities without distinctions, and also a true remedy to lockdown and quarantine.

Virtual tours, open collections, digital exhibitions, guided tours, clips in streaming, workshops and remote games are the main answers the cultural institutions have proposed, skilfully mixing different ingredients quickly, and with high-quality results. It is the so-called Second Digital Turn (Carpo, 2017) which involves both the material and immaterial range. Although the above-mentioned results might seem innovative, it is necessary to mention some essential references: i) The Charter on the Preservation of the Digital Heritage (UNESCO, 2003) established the role, dignity and importance of digital tools and methods in the creation of Cultural Heritage at an international level; ii) The London Charter¹, from 2009, established the principles of scientificity and validation in the virtual reconstruction of Cultural Heritage, where the concepts of 'transparency' and the use of 'paradata' are fundamental references for the philological analysis of digital models (Brusaporci, 2019).

In the book *Museum Object Lesson for the Digital Age* (Geismar, 2018), the author strongly argues the need to consider the proliferation of digital projects in museums in a broader historical context, especially since the digital sector has become an important historical tool. In the field of digital archival preservation, the value of a digital artefact is considered the intrinsic value of a digital object, as opposed to the informative content of the object itself. Although there are no precise standards for making quantitative assessments, 'born-digital' objects and digital representations of physical objects can have an assigned value, being artefacts.

Digital surrogates are an essential opportunity to foster preservation and an increased and easier access to resources. It should be noted that the 'technological reproducibility of an artwork', as described by W. Benjamin (2008), now widely investigated, has reached truly excellent levels: the reproduced artefacts can no longer be considered faithful copies of the original, but each one as an original. However, as underlined by Ch'ng

(2019), when an object is digitised, the authenticity and the value of the copy of the original seems lost, because the copy can be edited, reproduced and distributed at a low cost. The simulacrum gives up any claim of objectivity, replacing its real counterpart and taking on its own completely autonomous value. However, it is useful to think about the difference in value between the original and the copy: the first has an intrinsic value, while the second has an instrumental value. As stated by Ch'ng (2019), the intrinsic value of a copy is not equivalent to the original, the instrumental value of the copy is significantly higher. If two values are put together, their combined value can be higher than the original one.

In general, an in-depth discussion on the quality and value of the digital copy is needed. The solution to the fundamental need to identify and authenticate the digital copies has important implications for the digital documentation of the Cultural Heritage, and it is also hanging between permanence and temporariness (Germanà, 2018) especially since time, neglect and destruction by anthropogenic risks and conflicts threaten our physical Cultural Heritage. Therefore, we should imagine our Cultural Heritage as a dynamic concept, bearer of different meanings, both geographical and temporal. In particular, the transition from a simple conservation based on materials to another centred on values (Sposito and Scalisi, 2018) can include different approaches which widely use new digital technologies to evaluate necessary actions to their conservation and dissemination.

In the museum field, the most recent trends concern the creation of copies of objects express-

ly designed to complement the vision of the real object, fertile ground for building effective and engaging narratives, in a precise attempt to compensate for a passive vision through an emotional approach, engaging visitors in an information path where, even if they cannot access, they can participate, because they are emotionally involved (Gabellone, 2019, p. 167).

Therefore, the new digital display processes are exponentially expanding the ability of museums to define new perceptual experiences of Cultural Assets. This essay is presented in this framework, including critical reflections and some useful references. The second part of the paper summarises some research and experimentations carried out by the research group of the Design area belonging to the Department of Architecture and Design (DAD) at Politecnico di Torino, where the connection between the physical/tangible elements are represented by the object of a museum's collection and the virtual / immaterial elements are not just its digital copy. In this sense, it is extremely appropriate that the various proposed experiences are not a copy of the experience but have a complementary aspect. The chosen communication languages and forms stem from what today is called 'digital storytelling'. Apart from conveyed contents, they must have inclusiveness and, where possible, co-participation characteristics.

State of the art | It is not simple to tell in a nutshell the main virtuous coexistence between physical objects and digital contents enjoyable in museums. Before going into details of some illustrative case studies, we should start from the in-

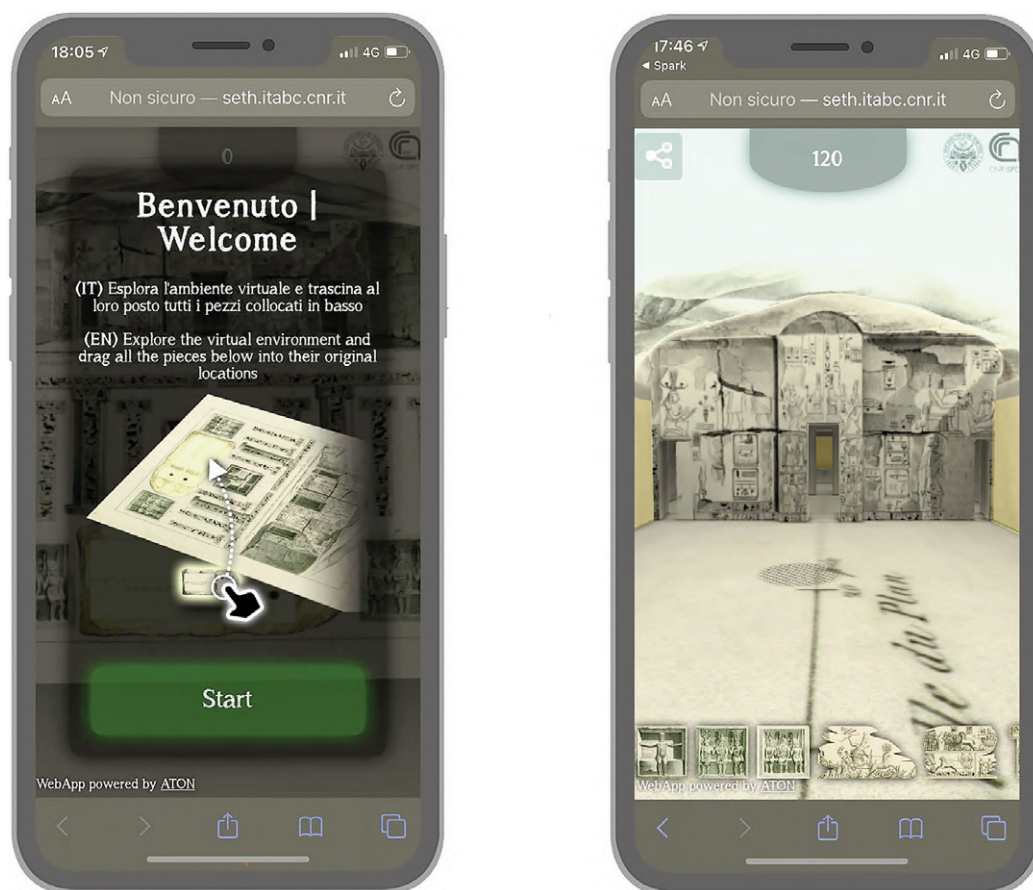


Fig. 7 | Home page of the app and its mobile interface (credit: E. Picchio, 2020).

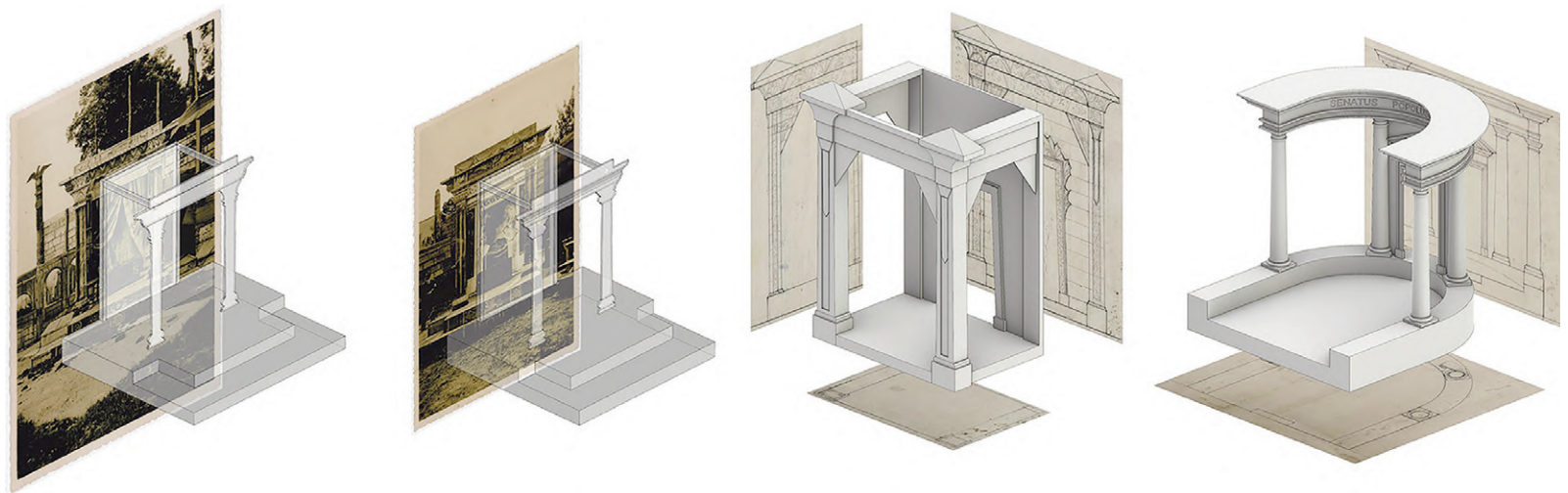


Fig. 8 | New layout of the first hall (entrance) of the Passion Museum in Sordevolo; New layout of the second room of the Passion Museum (credit: A. Tomalini, 2021).

Fig. 9 | Comparison between iconographic sources and reconstructed model: Chair of Anna, 1934; Chair of Caifas, 1934; Chair of Herod, 1950; Chair of Pilate, 1950 (credit: A. Tomalini, 2021).

interesting taxonomy proposed by Ch'ng (2019). It summarises the six types of reproduction available in the Fourth Industrial Revolution era (Fig. 1): 1) Physical to Physical; 2) Physical to Analogue; 3) Physical to Digital; 4) Digital to Digital; 5) Digital to Physical; 6) Digital and Physical. Thinking about the forms that the digital copy can have, the idea of a three-dimensional model is often associated with virtual reconstruction. This vision, according to us, is quite limited. What dimensions can the copy have? By not necessarily listing them by increasing complexity, reproductions of documents (one-dimensional) can be considered virtual copies. In addition, there are graphics such as drawings and images (2D), models (3D), which can be integrated with further information linked to the temporal dimension (4D).

Besides working on the basic care and enhancement functions of the Cultural Heritage, one of the objectives to pursue is accessibility of the digital representations of preserved objects, to facilitate learning and enjoyment of the Heritage, supporting scientific research and promoting education (Biagetti, 2016). In the digitisation of the Cultural Heritage, ontologies are increasingly used – useful tools to reach the objective of semantic interoperability, by conceptualising a domain and acting as mediators for the integrat-

ed search of digital objects handled in different repositories. Because of that, every system should rely on the CIDOC-CRM standard by ICOM: the most important and extensive ontology of the Cultural Heritage sector, essential to ease the exchange and integration of descriptions, information and documentation for scientific research between heterogeneous sources of the sector. Many international research projects have dealt with these subjects (Meghini et alii, 2017). In the art field, the very high-resolution digital reproduction of paintings is worth mentioning. Among others, the digitisation of the painting *Girl with a Pearl Earring* by Vermeer allows to admire each brushstroke, and opens to new interpretations in the research field. The outcomes are significantly different from the aim established by the painter: from artwork conceived by the artist to artwork for the community, facilitating the stratification of information capable of defining different and unexplored narratives and uses.

Regarding the reproduction of 3D objects, in particular statues, the Parian Marble is worth mentioning – A Virtual Multimodal Museum Project. The project concerns the cultural promotion on the use of the ancient quarries of Paros Island in Greece, by using modern technologies and trying to 'virtually recreate' most of the marble

artworks that were created from the seventh to the fifth century BC in their place of origin. Through an extensive experimentation of the different emerging technological solution in the Virtual and Augmented Reality fields, the project aims at a curatorial concept involving different actors (from politicians to European citizens) in the digitisation of Heritage through virtual environments (Ioannides et alii, 2016). Within the representation of the fourth dimension it is worth mentioning the research carried out by VHLab of ISPC-CNR (Institute of Heritage Science-National Research Council), led by E. Demetrescu (Fig. 2). The Extended Matrix is a formal language that keeps track of the virtual reconstruction processes, recording the sources used and the analysis and synthesis processes that led from scientific evidence to virtual reconstruction – and its Virtual Conservation, particularly focusing on information accuracy (Reaver, 2019) – considering the stratification of time (Demetrescu and Ferdani, 2021). Regarding Virtual Preservation, it is worth mentioning the Versailles VR project developed by Google Art & Culture, the works by CYArk and the studies of the MIT Design Heritage group, having the highest level of the photorealistic quality of virtual scenarios. Great part of the works of the ISPC-CNR perfectly com-

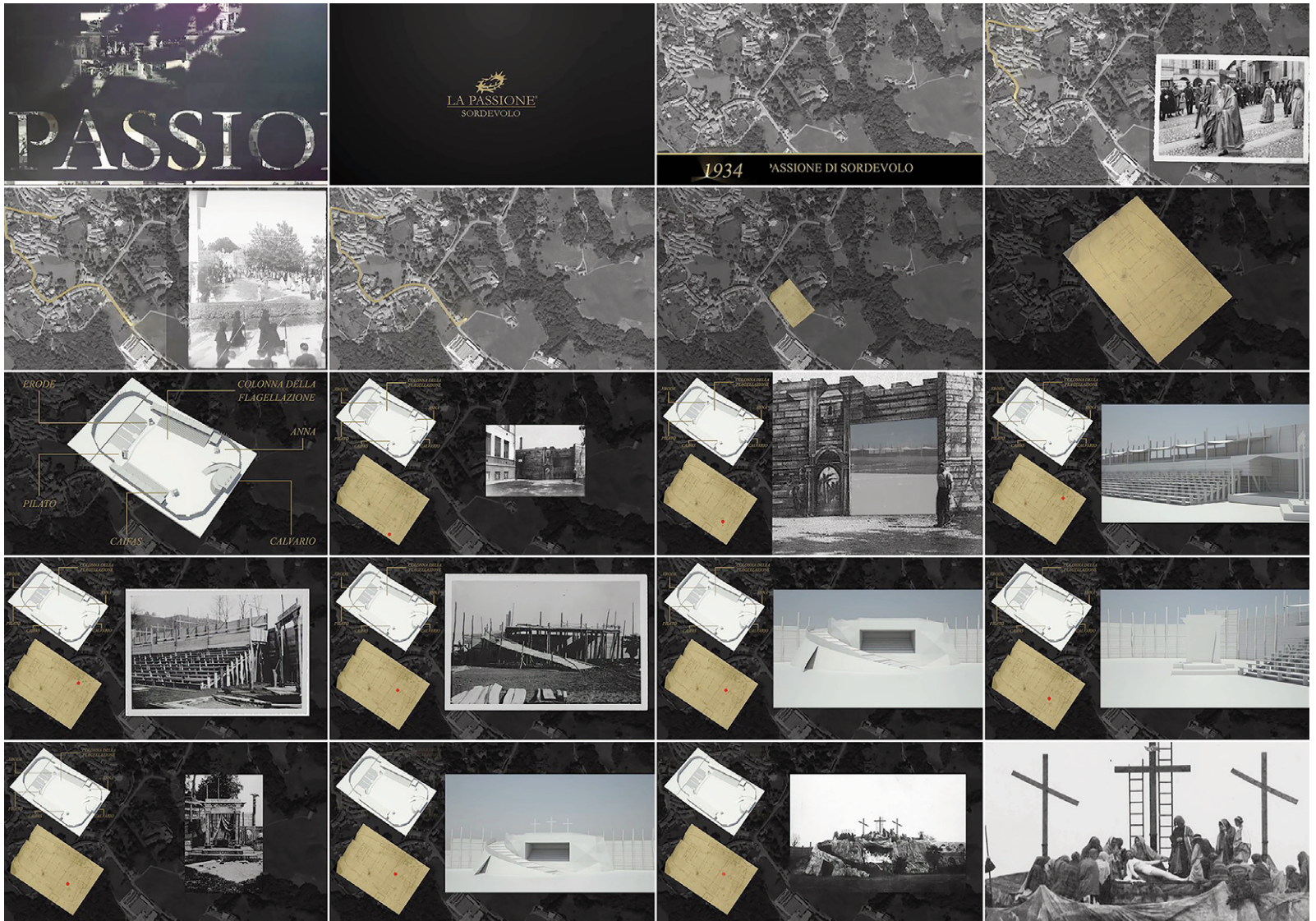


Fig. 10 | Significant frames of the video created for the new exhibition of the Passion Museum (credit: E. Giovannini, 2021).

bines graphic and informative characteristics, for a complementary enjoyment of the real artefact.

The digital transformation is a unique opportunity for a museum to create a system of socio-cultural relations that extend without barriers between the physical space of the collections and the online space. Enjoyment paradigms based on the concept of 'learning by interacting' allow to overcome the traditional ways of presentation/observation of the Heritage through display cases, stimulating the visitors to become active audience, making them participants and protagonists of the object of their vision. The visitors will be able to browse the 3D model, walk around it, touch it, manipulate it, study it, by activating different multimedia content on the physical object (images, texts, videos). At the same time, a better enjoyment of Assets of great value can be ensured, since observing them through display cases strongly limits the enjoyment of their value and their details.

Cognitive landscape, digital environments and complex narratives linked to the artistic Heritage have in common the constant expectation of the evolution of the narrative. To date, this expectation has not been met nor by the museum exhibits or by the static nature of the narratives of-

ten proposed. As reminded by Lampis (2017), the report of the European Union decision that has launched the European Year of Cultural Heritage 2018² contains an important reminder of the need for a greater connection between the artistic Heritage and the younger generations, endowed with great visual abilities, body movement, quick thinking and strategy, due to video-games. These habits to elaborate cognitive processes and to organise knowledge and perceptions completely unknown to previous generations, but they supply great opportunities to understand the symbology of the artistic Heritage that is necessary to be considered in order to overcome the static nature of some museum paths, some of which do not have multimedia supports, therefore, are unable to intercept that part of the public (Ferri, 2011).

A recent example of perfect complementarity between physical and digital environment is represented by the temporary exhibition Invisible Archaeology (Fig. 3) organised by Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin. The use of digital copies, sometimes coupled by 3D prints, is complementary to the view of the artefacts in the collection. Through the radiological scan of the mummies, it was possible to acquire the metric information on the jewels of the ancient pharaohs.

Later, 3D prints of physical copies have been produced and exhibited next to the original findings, fully respecting their original size, colours and materials, drawing inspiration from similar objects found in other graves (Fig. 4; Ciccopiedi, 2019). These are useful expedients to give the experience access to knowledge, to the so-called semantic memory of the object, which facilitates but does not replace the emotion provoked by the original: this is made possible through immersive techniques, such as Virtual Reality or interactive mechanisms, as gamification techniques. Some of these interesting experiences were the reference for the development of the research activities carried out by the working group to which the authors belong.

Research experiences: methodology and stages |

To corroborate some above-mentioned thoughts, two fertile fields of experimentation are proposed, different from each other and for this very reason of great interest. The first, reports the outcome of a research project carried out by the DAD Department of the Politecnico di Torino and the Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin, from 2017 to 2020. The second case study deals with the collaboration between the same Department and the Associ-

azione Teatro Popolare di Sordevolo, occurred from 2019 to 2021.

The first project concerns the digitisation of some artworks, only partially accessible in the exhibition (Mafri and Giovannini, 2019). Most European cultural Institutions have a large tangible Heritage, that often cannot be presented to the public for different reasons: space, conservation, or specific exhibition choices. The main objective concerns the accessibility of digital copies of artefacts that belong to 'hidden' museum's collections, by including them in a virtual context and making them permanently enjoyable not only for scholars but to a broader public. In a nutshell, the work stages are: i) digital acquisition of the maquettes with photogrammetric tools; ii) geometric and informative modelling of artefacts; iii) creation of an online platform; iv) digital modelling for reconstruction of the hall; v) creation of serious game and browsable environment. Therefore, the Virtual Heritage is enjoyable by following different methods; from the simple exploration of digital replication, to the possibility of using digital modelling for reconstruction to reacquire the museum's collections from the past, in the close dialogue happening between container and content (Lo Turco, 2019). There is also the creation of a serious game to interact with one of the collection's objects and learn about it by playing.

The research experience refers to digital modelling for reconstruction that concerns some areas of the Museum that have undergone various interventions over the years. The Hall II of the Gallery of the Kings had a very different exhibition layout from the current one. However, part of the collections it housed in the past are no longer available to the public and are kept in the museum's deposits (Fig. 5). Digital modelling for reconstruction is useful to show remotely and interactively some previous exhibitions of the collection called Expedition Models of Egyptian Architecture by J. J. Rifaud. The historical research has allowed to collect the cyanotypes containing the layout of the artefacts exhibited in past exhibitions. The final result is an immersive enjoyment in a topologically reconstructed space, establishing active interaction with previously digitised models. Through an interface specifically made, the user can browse freely in the current Hall II of the Gallery of the Kings, where false walls and ceiling were removed, because they hide the external openings and the vaulted ceiling (Fig. 6). This digital environment encourages an active interaction with the virtual exhibition and its models, according to different enjoyment forms.

Pursuant to the Italian Ministerial Decree 113/2018 (Adoption of uniform minimum quality levels for public museums and cultural places and activation of the National Museum System), minimum standards are required for the effective organisation and management of deposits. The document also refers to the possibility of making this Heritage accessible. The work carried out precisely goes in this direction: in the previous work-in-progress dissemination activities (Lo Turco et alii, 2019) the digital product was made accessible through the 3DHOP platform, to handle 3D models at high resolution, to be explored, manipulated and enriched with additional cultural contents.

The solutions have been implemented for the edutainment, though 3D applications based on the web and gamification. The web-app, developed together with ISPC-CNR, offers advanced cultural contents to a broader public, though an unprecedented process of investigation, useful for stimulating curiosity and expanding the limits of knowledge (Fig. 7). The Web3D puzzle guides the users in a digital ecosystem, interacting with digitised documents. The app encourages to compare Rifaud's lithographs to a simplified geometric model of the temple. The app is not intended just for kids, but also to adults wanting to learn more about these artefacts, by dealing with simple problems, such as the understanding of a real space, even if located in a context that is not real, starting from its 2D representation. In the contemporary era, the serious game was designed as one of the main keys to trigger fantasy and create simplified worlds where to build the hypothesis that stimulates the understanding of phenomena. So, the research has led to different and interesting results for the final user. At the same time, these results seem equally stimulating from an ontological and epistemological point of view, since they can effectively hybridise physical and digital world, thinking carefully about the characteristics and relations between the two environments.

As you can easily imagine, the context of the second case study is completely different: the play of The Passion of Sordevolo is about two-hundred years old and every five years, in the summer, it takes shape involving the majority of Sordevolo citizens, but attracting visitors from all over the world. To collect, preserve and pass on experiences, testimonies and objects of this unique episode of Italian folklore, there is the Passion Museum. On the occasion of the 2020 show (postponed due to Covid-19 emergency), the museum had started to renovate its indoor settings (Fig. 8). On this occasion, the Association had decided to integrate the present collections with new digital contents, result of the Digital Historical Scenic Design research project. The proposed installation is not limited to the visualisation of artefacts, but it is also focused on telling the story of the people who have contributed to the realisation of this popular spectacle, in various ways. The work stages: i) collection and selection of the available archive material; ii) digital modelling for reconstruction of two scenographies of the past; iii) creation of storyboards and videos consisting of different multimedia contents; iv) sharing multimedia material through QR codes for a remote enjoyment.

Discussion and results | As you can easily imagine, the two case studies are very different for their approaches, used method and results. The strength of the co-operation with Museo Egizio was the implementation of different strategies, entwined with an organic multimedia products, albeit only partially accessible. The current limit is its, still partial, dissemination via the project website only³, linked to Museo Egizio's project. The registration and analysis of users' feedback to evaluate the effectiveness of the work has not yet started.

The second result proposed is the work of a multidisciplinary team. Historians, architects, actors, and citizens worked together on a recon-

structive modelling activity of two significant sets of the Passion staged in 1934 and 1950. Without using cutting-edge technologies, the project explored the use of the digital technologies to create new languages of expression and creative production, through the critical and synthetic re-elaboration of the documentary Heritage consisting of photographs, sketches, drawings, videos, and oral traditions (Figg. 9, 10). The use of different narrative strategies has allowed to turn to a non-specialised public, recreating and virtually experiencing part of the experience of past performances still well etched in the memories and stories handed down by the citizens of Sordevolo. In this second experience, the strength is its inclusive approach. The student becomes the teacher, and the Museum and the public become equals, creating contents and stories together (Bonacini, 2020). Also in this case, the new technologies have shown to be useful to a new version of the tales linked to the museum's collections (Mandarano, 2019), following a process allowing the artworks and Cultural Assets to convey information, knowledge, and emotions (Luigini and Panciroli, 2019).

Conclusions and open issues | The essay critically analyses some recent research experiences concerning museum enjoyment, especially focusing on the non-dichotomous but complementary relation between physical and virtual worlds, especially between an item of the collection and the set of attributes that can be noted in the digital model. By merging the digital ability of cultural learning, narration and entertainment of the Heritage artefacts in the activity or the environment, the Heritage becomes a really interesting field to give significance to the digital experience. Moreover, the digital mean is capable of giving immediate access to relevant dynamic resources. In his research, Nofal describes in detail the most relevant qualities that a digital means can have (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). The different characteristics have been combined within the proposed model of Phygital Heritage – a fully hybrid combination of physical and digital – mapped on two axes: the physical quality of information and the level of communication of this information.

In time, the copies can even take on the same role as the original and maybe replace it. One of the topics emerged from reading research experiences of international standing concerns the possibility that digital copies may, in some cases, have the same value as the originals. There will not be a clear stance until the digital sector does not fully mediate our physical world, and until digital contents are not enjoyed with the same enthusiasm as physical objects, and until signs and symbols are not replacing and simulating our reality. The simulacrum process might already be in place, and we could be pleasantly surprised to see that, apart from tangible digital copies, there are no differences from a perceptual point of view, but they have a different level of accessibility.

As to the inclusivity criteria, the growing number of international projects on 3D digitisation of Cultural Heritage using crowdsourcing have led to the creation of a systematic operating procedure. It is aimed at the digitisation of the museum's collections or sites of historical and artistic

value subject of study, to demonstrate that the visitor can become a co-creator of museum digitisation, an active part of this process. If well-structured, this type of politics can support museums in the digitisation of their collections, decisive step in the process of the Cultural Heritage conservation. The idea is that the reuse of art data and images through the platforms that con-

nect visitors, experts, scholars, and enthusiasts, can activate the production of personal content to the benefit of co-creative processes of cultural and economic value. What about the role of the museum? There certainly will be new forms of cultural enjoyment. Their job will always be to improve the visual, aesthetic and intellectual experience of every visitor standing in front of a his-

toric artefact, trying to give all the necessary information to enrich their mind. Therefore, the future of museums is, as it has always been, to research (Greco, 2019).

Acknowledgements

The paper is the result of a joint reflection by the Authors. However, the introduction and 'Conclusions and open issues' were written by M. Lo Turco, the paragraph 'The state of the art' by A. Tomalini and the paragraphs 'Research experiences: methodology and stages', 'Discussion and Results' by E. C. Giovannini.

Notes

1) For more information see the webpage: london-charter.org/ [Accessed 11 October 2021].

2) For more information see the webpage: europa.eu/cultural-heritage/node/2_en.html [Accessed 15 October 2021].

3) For more information on the project Back to the Future (2021), see the webpage: backtothefuture.polito.it [Accessed 16 October 2021].

References

Benjamin, W. (2008), *The work of art in the age of its technological reproducibility, and other writings on media*, Harvard University Press, Cambridge.

Biagetti, M. T. (2016), "Un modello ontologico per l'integrazione delle informazioni del patrimonio culturale – CIDOC-CRM", in *JLIS.it*, vol. 7, issue 3, pp. 43-77. [Online] Available at: jlis.it/article/view/11930/11062 [Accessed 13 October 2021].

Bonacini, E. (2020), *I musei e le forme dello storytelling digitale*, Aracne, Roma.

Brusaporci, S. (2019), "The Visual Bride – Representing Tangible Heritage between Digitality and Real Contents", in *Img Journal*, vol. 1, issue 1, pp. 74-91. [Online] Available at: doi.org/10.6092/issn.2724-2463/11058 [Accessed 26 October 2021].

Carpó, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design beyond intelligence*, The MIT Press, Cambridge.

Ch'ng, E. (2019), "The First Original Copy And The Role Of Blockchain In The Reproduction Of Cultural Heritage", in *PRESENCE / Virtual and Augmented Reality*, vol. 27, issue 1, pp. 151-162. [Online] Available at: doi.org/10.1162/pres_a_00313 [Accessed 13 October 2021].

Ciccopiedi, C. (ed.) (2019), *Archeologia Invisibile*, Franco Cosimo Panini, Modena.

Demetrescu, E. and Ferdani, D. (2021), "From Field Archaeology to Virtual Reconstruction – A Five Steps Method Using the Extended Matrix", in *Applied Sciences*, vol. 11, 5206. [Online] Available at: doi.org/10.3390/app11115206 [Accessed 13 October 2021].

Ferri, P. (2011), *Nativi digitali*, Mondadori, Milano.

Gabellone, F. (2019), *Archeologia virtuale – Teoria, tecniche e casi di studio*, Edizioni Grifo, Lecce.

Germanà, M. L. (2018), "Architectural Heritage and timeless time – For a temporary permanence | Patrimonio architettonico e timeless time – Per una permanenza temporanea, in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 4, pp. 59-64. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/472018 [26 October 2021].

Geismar, H. (2018), *Museum Object Lessons for the Digital Age*, UCL Press, London. [Online] Available at:

discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10047967/1/Museum-Object-Lessons-for-the-Digital-Age.pdf [Accessed 13 October 2021].

Greco, C. (2019), "La biografia degli oggetti – Rivoluzione digitale e Umanesimo", in Ciccopiedi, C. (ed.), *Archeologia Invisibile*, Franco Cosimo Panini, Modena, pp. 14-20.

Ioannides, M., Chatzigrigoriou, P., Nikolakopoulou, V., Leventis, G., Papageorgiou, E., Athanasiou, V. and Sovis, C. (2016), "Parian Marble – A Virtual Multimodal Museum Project", in Ioannides, M., Fink, E., Moropoulou, A., Hagedorn-Saupe, M., Fresa, A., Liestøl, G., Rajcic, V. and Grussenmeyer, P. (eds), *Digital Heritage – Progress in Cultural Heritage – Documentation, Preservation, and Protection – 6th International Conference EuroMed 2016 (Nicosia, Cyprus, October 31-November 5, 2016 – Proceedings, Part II, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10059, Springer, Cham, pp. 256-264. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-319-48974-2_29 [Accessed 13 October 2021].

Lampis, A. (2017), "Ambienti digitali e musei – Esperienze e prospettive in Italia", in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 11-15. [Online] Available at: ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/334 [Accessed 13 October 2021].

Lo Turco, M. (2019), "On Phygital reproductions – New experiential approaches for Cultural Heritage", in *Img Journal*, vol. 1, issue 1, pp. 158-173. [Online] Available at: doi.org/10.6092/issn.2724-2463/11065 [Accessed 13 October 2021].

Lo Turco, M., Piumatti, P., Calvano, M., Giovannini, E. C., Mafrici, N., Tomalini, A. and Fanini, B. (2019), "Interactive Digital Environments for Cultural Heritage and Museums – Building a digital ecosystem to display hidden collections", in *DisegnareCON*, vol. 12, issue 23, pp. 7.1-7.11. [Online] Available at: disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/608/385 [Accessed 13 October 2021].

Luigini, A. and Panciroli, C. (2017), "Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio", in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 17-32. [Online] Available at: ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/334 [Accessed 13 October 2021].

Mafrici, N. and Giovannini, E. G. (2019), "Digitalizing Data – From the historical research to data modelling for a (digital) collection documentation", in Lo Turco, M., Giovannini, E. C. and Mafrici, N. (eds), *Digital & Documentation – Digital strategies for Cultural Heritage volume 2*, Pavia University Press, Pavia, pp. 39-51. [Online] Available at: archivio.paviauniversitypress.it/oa/9788869521249.pdf [Accessed 13 October 2021].

Mandarano, N. (2019), *Musei e media digitali*, Carocci, Roma.

Meghini, C. et alii (2017), "ARIADNE – A Research Infrastructure for Archaeology", in *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 10, issue 3, pp. 1-27. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3064527 [Accessed 13 October 2021].

Nofal, E., Reffat, R. M. and Vande Moere, A. (2017), "Phygital Heritage – An Approach for Heritage Commu-

nication", in Beck, D., Allison, C., Morgado, L., Pirker, J., Khosmood, F., Richter, J. and Gütl, C. (eds), *iLRN 2017 Coimbra – Workshop, Long and Short Paper, and Poster Proceedings from the Third Immersive Learning Research Network Conference*, pp. 220-229 [Online] Available at: doi.org/10.3217/978-3-85125-530-0 [Accessed 25 October 2021].

Reaver, K. (2019), "Three case studies in virtual preservation – Applying virtual reality to Cultural Heritage | Tre casi studio sulla conservazione virtuale – Applicare la realtà virtuale al Patrimonio Culturale", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 210-217. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6202019 [Accessed 26 October 2021].

Sposito, C. and Scalisi, F. (2018), "Processo conservativo e significatività – Un approccio metodologico per la progettazione dei sistemi di protezione nei siti archeologici | Conservation process and significance – A methodological approach to plan shelters in archaeological sites", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 4, pp. 45-58. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/462018 [Accessed 26 October 2021].

UNESCO (2003), *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. [Online] Available at: portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html [Accessed 26 October 2021].