

PVBLICA

DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cándito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

PUBLICA

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabetta Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
João Nunes
Gian Giacomo Ortu
Rossella Salerno
Enzo Scandurra
Silvano Tagliagambe

Tutti i testi di PUBLICA sono sottoposti a double peer review

DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione

COMITATO ORGANIZZATORE

Cristina Càndito (coordinamento scientifico e organizzativo)
Alessandro Meloni

COMITATO PROMOTORE

Marco Giorgio Bevilacqua
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Tommaso Empler
Alberto Sdegno

COMITATO SCIENTIFICO

Francesco Bergamo
Marco Giorgio Bevilacqua
Giorgio Buratti
Antonio Calandriello
Adriana Caldarone
Antonio Camurri
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Agostino De Rosa
Tommaso Empler
Sonia Estévez-Martín
Maria Linda Falcidieno
Alexandra Fusinetti
Andrea Giordano
Per-Olof Hedvall
Alessandro Meloni
Alessandra Pagliano
Leopoldo Repola
Veronica Riavis
Michela Rossi
Roberta Spallone
Alberto Sdegno
Paula Trigueiros
Michele Valentino

PATROCINI

- UID - Unione Italiana Disegno
- CPO UniGe - Comitato Pari Opportunità Università di Genova
- dAD - Dipartimento Architettura e Design, Università di Genova
- AISM - Associazione Italiana Sclerosi Multipla
- ALI - Associazione Ligure Ipovedenti
- ANGSA Liguria - Associazione Nazionale Genitori di Persone con Autismo
- Effetà Liguria - Conoscere la disabilità uditiva
- UICI - Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti, Genova

IMPAGINAZIONE

Marco Giorgio Bevilacqua
Alexandra Fusinetti
Michele Valentino

SITO DEL CONVEGNO

www.disegnodai.eu
Alexandra Fusinetti

PUBLICA



DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cãndito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

Cristina Càndito, Alessandro Meloni (a cura di)
Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.
Atti del I convegno DAI, Genova 2-3 dicembre 2022
© PUBLICA, Alghero, 2022
ISBN 978 88 99586 25 6
Pubblicazione Dicembre 2022

PUBLICA
Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica
Università degli Studi di Sassari
WWW.PUBLICAPRESS.IT



Sommario

- XII **Presentazione**
Francesca Fatta
- XVI **Dall'accessibilità all'inclusione attraverso il disegno**
Cristina Càndito, Alessandro Meloni
- XXXII **Ringraziamenti**
- FOCUS 1**
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale
- 4 **Spazi iperaccessibili e inaccessibili**
Luigi Corniello
- 20 **Indoor wayfinding app for all**
Cesar Companys, Sonia Estévez Martín
- 32 **The Design for Accessibility and Inclusion of the Epigean Architectural Heritage**
Fabiana Guerriero
- 48 **Moving beyond human bodies on display - signs of a shift in categorisation**
Per-Olof Hedvall, Stefan Johansson, Stina Ericsson
- 60 **Processi di fruizione digitale di sistemi complessi sotterranei per l'inclusione sociale. Il Pozzo Iniziatico ed il Pozzo Imperfetto**
Gennaro Pio Lento
- 76 **Progettare per l'inclusione**
Martina Massarente

- 96 **Sport e accessibilità.**
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale
Maria Evelina Melley
- 106 **Un *Virtual Tour* accessibile per il Museo d'Arte Orientale**
Edoardo Chiossone
Alessandro Meloni
- 124 **Design per l'inclusione nel progetto *oMERO*:**
un curriculum europeo per la formazione dei riabilitatori
di disabilità visiva
Claudia Porfirione
- 136 **Spazio e raffigurazione**
Leopoldo Repola
- 150 **Inclusione come campo di problematizzazione:**
re-imparare l'architettura dalla neurodiversità
Micol Rispoli
- 164 **Accessibilità ed inclusione del patrimonio culturale.**
Dalla documentazione al progetto di restauro
Adriana Trematerra
- 180 **Creazione di ambienti inclusivi per le persone**
con disabilità uditiva in UniGe
Angela Celeste Taramasso, Mirella Zanobini, Marina Perelli
- 190 **Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.**
I campanili storici di Napoli
Ornella Zerlenga, Massimiliano Masullo,
Rosina Iaderosa, Vincenzo Cirillo

FOCUS 2

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale

- 208 **Dall'accessibilità all'inclusione nei musei:**
un approccio multidisciplinare
Michela Benente, Cristina Boido, Gianluca D'Agostino, Valeria
Minucciani, Melania Semeraro

- 220 **Linguaggi rappresentativi per la fruizione museale inclusiva**
Cristina Boido, Gianluca D'Agostino
- 232 **Metaverso come opportunità di nuovi servizi di *welfare* per la terza età**
Giorgio Buratti
- 252 **(Metodi HCD x Approcci More-than-human) = Design Inclusivo³**
Francesco Burlando, Isabella Nevoso
- 266 **Tipografia fluida: un esercizio continuo**
Alessandro Castellano, Valeria Piras
- 276 **L'esplorazione tattile per una conoscenza inclusiva: le fontane borboniche del Real Sito di San Leucio**
Margherita Cicala, Riccardo Miele
- 292 **The evolution of Fashion Illustration for Design Inclusivity**
Christopher Conners
- 306 **Analizzare il territorio nel XXI secolo: l'accessibilità attraverso lo studio dei luoghi tradizionali**
Felicia Di Girolamo
- 318 **Considerazioni in merito all'Investimento 1.2 finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU. Il ruolo del Settore del Disegno**
Tommaso Empler
- 332 **L'innovazione del patrimonio culturale: la valorizzazione dei borghi storici**
Raffaella Fiorillo
- 342 ***(Be)coming Restroom.***
La segnaletica dei bagni pubblici da limitazione a sensibilizzazione
Giulio Giordano

- 356 From tactile reading to extended experience for blind people**
Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi
- 372 Il disegno a mano libera nella progettazione: un linguaggio democratico in comparti esclusivi**
Linda Inga
- 388 Molteplici forme di rappresentazione per condividere le geometrie di Expo Milano 2015**
Martino Pavignano, Ursula Zich
- 410 Il disegno e il colore come forma espressiva di inclusione negli ambienti scolastici**
Francesca Salvetti
- 422 Drawing by embroidering: Social design embedded in the culture and traditions of the north of Portugal**
Daniela Silva, Bruna Vieira, Paulo Leocádio,
Alison Burrows, Paula Trigueiros

FOCUS 3

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione cognitiva

- 438 Il contributo delle scienze grafiche al superamento delle barriere architettoniche negli spazi pubblici e nei siti di interesse culturale**
Enrico Cicalò, Amedeo Ganciu
- 450 I.S.P: *Innovative Sustainable Paths***
Nicola Corsetto
- 462 Digital documentation for the accessibility and communication of two Franciscan Observance convents**
Anastasia Cottini
- 476 La stampa 3D come forma di rappresentazione per la comunicazione alla disabilità visiva**
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

492 La Comunicazione Aumentativa Alternativa: un ambito di sperimentazione del ruolo inclusivo del disegno
Valeria Menchetelli

512 Applicazioni empiriche della scienza del disegno per l'accessibilità web e l'inclusione cognitiva
Davide Mezzino, Pietro Verneti

530 Lo spazio rappresentato per il disturbo dello spettro autistico (ASD)
Anna Lisa Pecora

FOCUS 4

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale

550 Toccare lo spazio prospettico, "sentire" l'opera d'arte. Strategie per l'accessibilità dei dipinti prospettici per i non vedenti
Barbara Analdi

566 L'accessibilità tra Disegno ed Ecologia. Modelli proiettivi per le relazioni acustiche con l'ambiente
Francesco Bergamo, Alessio Bortot

580 Toccare in prospettiva: una proposta alternativa per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale
Antonio Calandriello

594 Riscoprire la volta. Comunicazioni accessibili per l'Aula Magna del Palazzo dell'Università di Genova
Cristina Càndito, Manuela Incerti, Giacomo Montanari

614 La realtà virtuale per la 'rappresentazione' della musica. Quali possibilità per l'inclusione?
L'esperienza di *Crescendo-Naturalia Artificialia*
Valeria Croce, Federico Caprioli, Marco Cisaria,
Andrew Quinn, Marco Giorgio Bevilacqua

632 Il disegno per rafforzare il 'sentimento' e rallentare la degenerazione cerebrale
Andrea Giordano, Isabella Friso, Cosimo Monteleone

- 646** ***We-Ar(E)-Able Houses***. Proposte progettuali *Age-Friendly* tra *Interior Design* e *Fashion Design*
Simona Ottieri, Giovanna Ramaccini
- 662** **Mano all'arte. Segni e linguaggi per un'esperienza tattile del patrimonio culturale**
Alice Palmieri, Alessandra Cirafici
- 676** **Disegno a rilievo e mappe di luogo: comprendere l'architettura attraverso il tatto**
Veronica Riavis
- 690** **Fabbricazione digitale ed AR per la creazione di percorsi espositivi multisensoriali inclusivi**
Francesca Ronco
- 704** **Narrazioni sulla cecità**
Alberto Sdegno
- 716** **Modelli tattili per la conoscenza.**
Eros che incorda l'arco al Parco Archeologico di Ostia Antica
Luca J. Senatore, Beatrice Wielich
- 730** **Modelli digitali per il superamento delle barriere architettoniche in ambito medico-sanitario**
Michele Valentino, Andrea Sias

Modelli tattili per la conoscenza. *Eros che incorda l'arco* al Parco Archeologico di Ostia Antica

Luca J. Senatore, Beatrice Wielich

Sapienza Università di Roma,
Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
luca.senatore@uniroma1.it, beatricewielich@gmail.com



Stampa 3D
Accessibilità
Ipovedenti
Tattilità
Museo

3D Printing
Accessibility
Blind
Tactile
Museum

Lo studio si inserisce nell'ambito della valorizzazione dei BBCC e ha come obiettivo la definizione di un *workflow* per creazione di copie di statue in scala reale facendo uso di strumenti di acquisizione non a contatto e stampa 3D, con il fine di restituire le caratteristiche sensoriali degli originali per consentirne la fruizione da parte di visitatori con disabilità visiva. Attraverso un *workflow* che dal reale torna al reale passando per un processo digitale, il contributo propone una soluzione che mette a servizio delle consolidate tecniche di riproduzione a 'contatto diretto' le più innovative tecnologie di acquisizione, definendo da un lato una serie di procedure e tecniche per la riproduzione, a basso costo ma con un alto livello di scientificità, di modelli fisici attendibili e verosimili e dall'altro offrendo una soluzione dall'ampio spettro di utilizzo per tutti i soggetti che si occupano di conservare e divulgare i Beni Culturali. Non di meno il contributo, in particolare gli aspetti quantitativi emersi nella fase di studio, permettono di qualificare una serie di parametri e standard sulla base dei quali la ricerca potrà evolvere per il miglioramento dei risultati possibili.

The aim of this study, in the context of Cultural Heritage enhancement, is the definition of a workflow for the construction of life size copies of statues with comparable sensorial qualities to the originals via contactless scanning methods and 3D printing to allow visually impaired people to experience the manufactures by touch. The process starts from a tangible piece and ends with a tangible copy passing through a virtual step, presenting a solution that marries the traditional silicon moulding techniques with the latest scanning technologies. The contribution investigates the workflow and procedures for reproducing models true to the originals with contained costs and true scientific value on one hand and offers a widely applicable process for everyone involved with conservation and exhibition of Cultural Heritage on the other. Nonetheless the quantitative aspects brought up during the research allowed us to define parameters and standards that will allow the topic to be explored to a greater extent further improving the obtained results.

Introduzione

I più recenti studi rivolti all'individuazione di strategie migliorative per la disseminazione della cultura hanno sottolineato l'importanza di un approccio multimediale e multisensoriale ai fini della gradevolezza e della completezza dell'esperienza museale [Coelho et al. 2022]. Nonostante la generale attenzione posta dalle diverse istituzioni museali nella messa in atto di azioni rivolte alla trasformazione degli spazi espositivi in un'ottica di inclusività, i visitatori con deficit visivo soffrono ancora importanti limitazioni dovute alla natura stessa delle esposizioni, che propongono o prescrivono, nella maggior parte dei casi, una fruizione completamente esente dalla tattilità [Candlin 2004, pp. 4-11]. Questo è ancora più vero per l'arte figurativa e in particolare quella antica che risulta quindi sostanzialmente preclusa a tutti coloro che fanno dell'esperienza tattile l'unica forma di interazione con il contesto, salvo in presenza di allestimenti integrati con elementi interattivi. All'interno di questo quadro, lo studio propone una soluzione per la realizzazione di copie di un manufatto cercando di superare i limiti imposti dal Codice dei Beni Culturali, Art 107 comma 2 del Dlgs 42/2004, che di fatto impedisce l'utilizzo delle tradizionali tecniche 'a contatto diretto' sulle opere originali per la realizzazione dei calchi, e che fino all'introduzione del citato regolamento, permettevano di realizzare duplicati di elevato livello qualitativo.

Obiettivi della ricerca

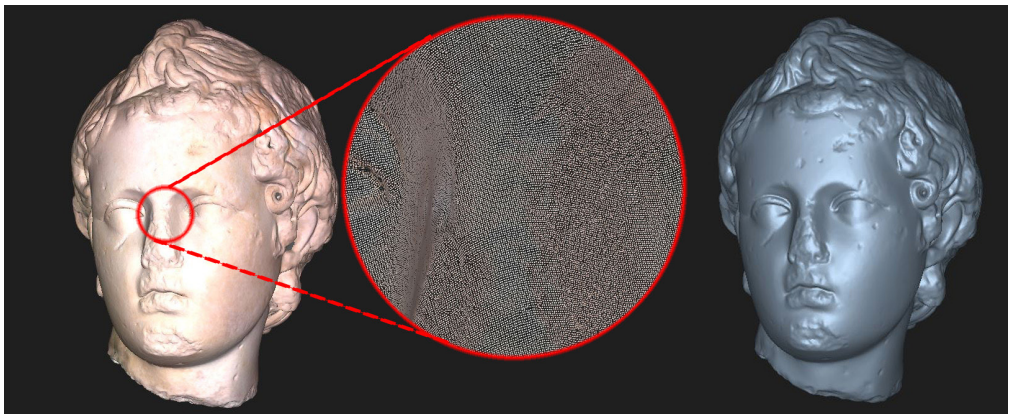
La ricerca qui presentata ha come obiettivo la definizione di una metodologia di lavoro che permette di realizzare, nel rispetto della normativa per la salvaguardia delle opere, copie di statue e manufatti in scala reale facendo uso di strumenti di acquisizione non a contatto e stampa 3D integrandole con le tecniche 'a contatto' tradizionalmente utilizzate per la realizzazione delle repliche. Oltre agli aspetti geometrici e cromatici, lo studio ha concentrato l'attenzione sulle questioni proprie della tattilità ed in particolare sulla possibilità della copia di restituire le medesime sensazioni tattili della materia originale, al fine di rendere il nuovo manufatto multi-sensorialmente

In copertina

Dal reale al reale: a sinistra statua originale; al centro copia in PLA; a destra copia in materiale colato

Fig. 1.
Testa di Eros che incorda l'arco (fotografia degli autori).

Fig. 2.
Scansione nuvola di punti; dettaglio della nuvola di punti; mesh (elaborazione degli autori).

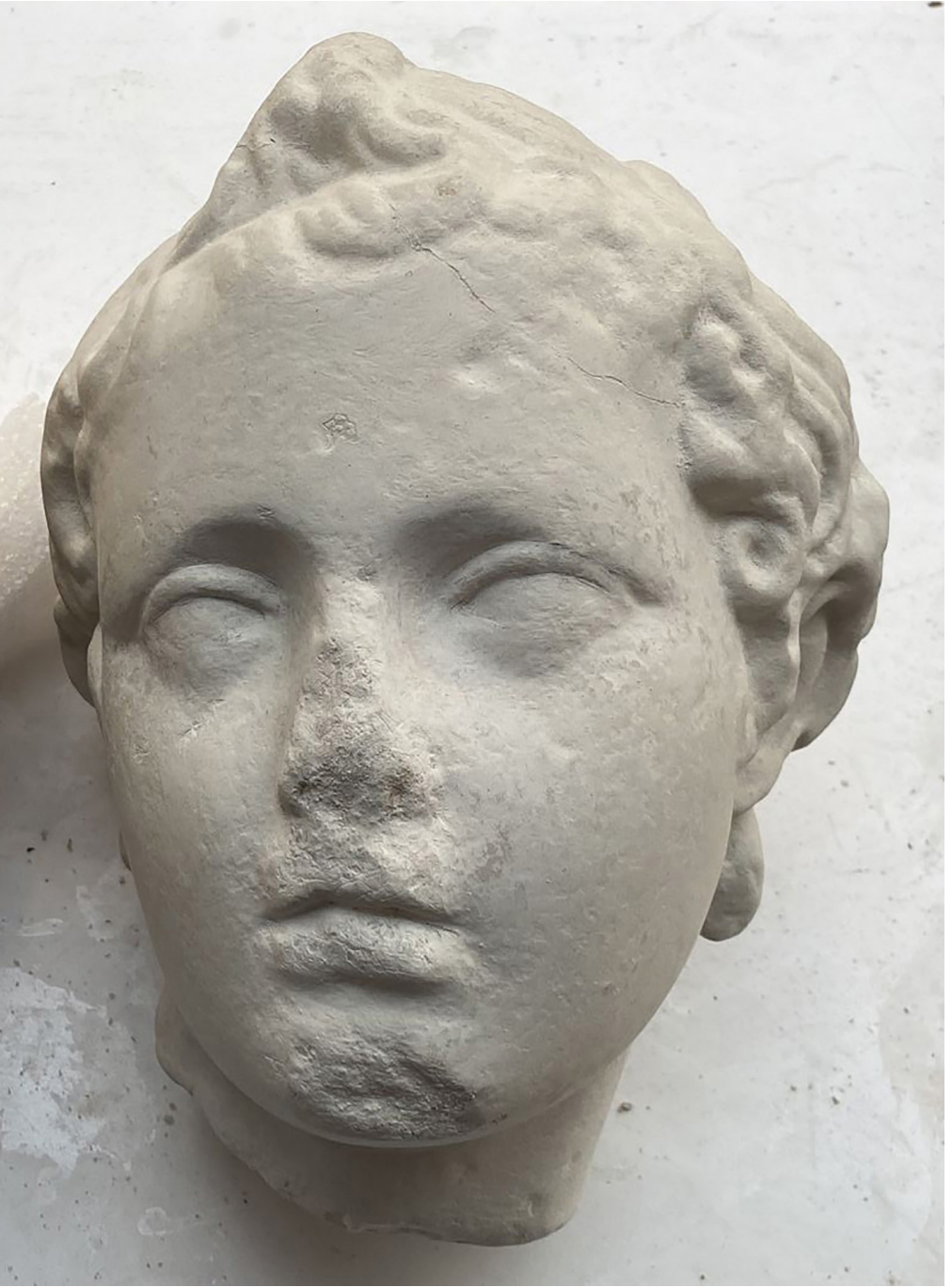


compatibile per una nuova esperienza da parte dell'utente, in particolare se non vedente. Per raggiungere questo ultimo obiettivo, lo studio si è concentrato nella definizione di alcuni parametri in grado di qualificare sensorialmente la natura dei materiali che costituiscono gli originali, effettuando una serie di test sperimentali per la scelta del miglior materiale da utilizzare nella realizzazione della copia. Realizzato in collaborazione con i funzionari archeologi e restauratori del Parco Archeologico di Ostia Antica, e con una squadra di restauratori che hanno curato la costruzione fisica della copia, il contributo propone come caso di studio la testa di una statua di un *Eros che incorda l'arco* che fa parte della collezione del Parco e descrive l'intero *workflow* che va dalla fase di acquisizione alla realizzazione della copia in scala 1:1. Le ragioni della scelta di questo manufatto sono imputabili alle sue dimensioni (250 x 192 x 175 mm) che lo rendono facilmente prototipabile e ad alcune caratteristiche geometriche, in particolare: la presenza di superfici dal diverso livello di complessità; la presenza di differenti trame superficiali, di superfici lisce e scabre; la presenza di dettagli e tracce di dimensioni differenti. Questi fattori lo qualificano come un ottimo test per valutare la qualità del risultato finale e quindi del processo che lo ha generato (fig. 1).

L'acquisizione

La prima fase dello studio si è concentrata sull'acquisizione dell'oggetto di studio con un alto livello di dettaglio. Tra le soluzioni tecnologiche a disposizione la scelta è ricaduta su di uno *scanner* a luce strutturata [1] di colore blu con la capacità di restituire una nuvola di punti ordinata su di una maglia 0,2 x 0,2 mm. Una volta registrate le diverse nuvole di punti necessarie ad acquisire l'oggetto di studio nella sua interezza è stato possibile generare una nuvola di punti complessiva di 2,8 milioni di punti che è stata successivamente utilizzata per creare una superficie *mesh* di 3,5 milioni di facce. Ad esclusione della chiusura di alcuni buchi derivanti dalla mancanza di dato, proprio in virtù dell'alta qualità del dato restituito e della pressoché mancanza di rumore, la superficie *mesh* non ha richiesto operazioni di fil-

Fig. 3.
Modello in PLA a seguito di processo di scialbatura con resine e carbonato di calcio (fotografia degli autori).



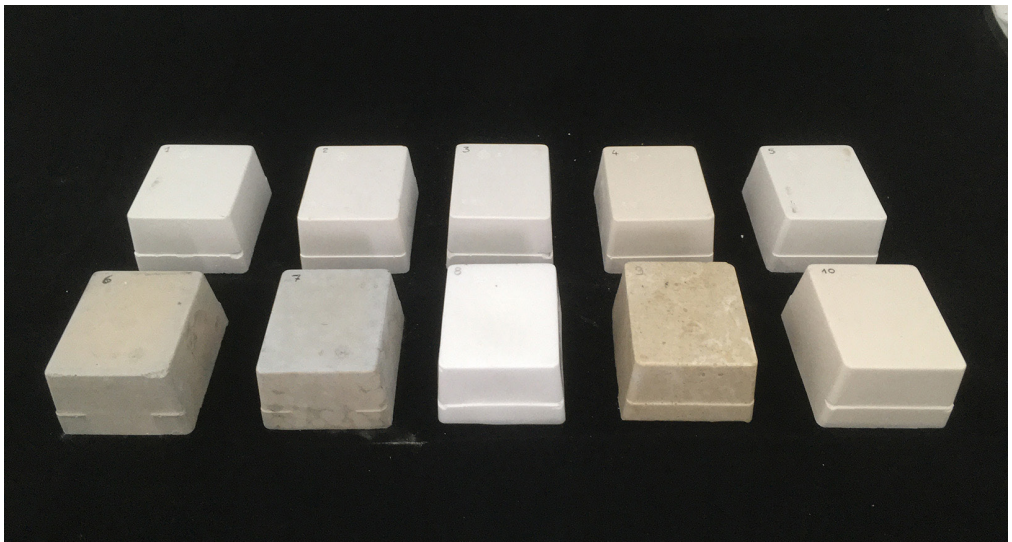
traggio e *relaxing* della superficie. Relativamente a questa fase appare opportuno sottolineare come l'intervento umano sia risultato di bassissimo impatto. Questo aspetto appare rilevante per limitare al minimo possibili interazione con la qualità del dato originale, garantendo una qualità formale il più possibile accurata e attendibile rispetto all'oggetto di studio (fig. 2).

La creazione della replica mediante stampante 3D

Una volta elaborata la superficie, senza ulteriori processi di riduzione o ottimizzazione *software*, questa è stata sezionata in due porzioni al fine di garantire una buona superficie di adesione con il piano di stampa, ma in particolare per limitare al minimo la costruzione di supporti. Il modello finale è stato quindi ottenuto dall'incollaggio con resine delle due porzioni ottenute separatamente. Le due superfici così ottenute sono state convertite mediante *software* di *slicing* in un formato compatibile per la stampa 3D e si è proceduto al processo di costruzione di due modelli fisici. Tra le diverse soluzioni tecnologiche disponibili sul mercato, considerate le caratteristiche dell'opera ma in particolare con l'obiettivo di valutare l'attendibilità di una soluzione in grado di essere applicata anche a oggetti di considerevoli dimensioni e cercando di ottimizzare costi e tempi di realizzazione, è stato scelto di realizzare il modello fisico con una stampante a filamento fuso in PLA di colore bianco opaco. La stampante selezionata per l'operazione di costruzione del modello è stata una Delta Wasp 4070 sulla quale è stato montato un ugello di 0,4 mm e impostata per realizzare slices di 0,2 mm. La quantità di materiale utilizzato è stata circa 0,8 kg per un tempo di stampa complessivo di 26 ore. Appare opportuno sottolineare come, al momento attuale, la scelta di una stampante 'a filo' costituisca di fatto l'unica soluzione possibile per la realizzazione di oggetti di dimensioni considerevoli quali quelli tipici degli elementi statuari presenti all'interno delle diverse istituzioni museali. Benchè le stampanti stereolitografiche offrano la possibilità di realizzare modelli con un dettaglio considerevolmente più alto in virtù di *layer* di dimensioni anche pari ad 0,05 mm, il volume di stampa

Fig. 4.
La creazione del calco a contatto diretto realizzato sulla copia in PLA: fasi di lavorazione per la creazione dello stampo in silicone (fotografia degli autori).

Fig. 5.
Campioni di materiali utilizzabili per la realizzazione della copia mediante colatura (fotografia degli autori).



risulta ancora troppo ridotto e i tempi di realizzazione decisamente non compatibili per un loro uso alla grande scala.

Ottimizzazione del modello fisico

Al fine di eliminare le creste tipiche delle superfici curve realizzate in stampa 3D, il modello in PLA è stato trattato attraverso un processo di scialbatura mediante l'applicazione a pennello di un sottilissimo strato composto da resine acriliche e carbonato di calcio al quale sono stati aggiunti pigmenti di origine naturale finalizzati all'ottenimento di una colorazione simile all'originale (fig. 3).

Il modello ottenuto costituisce il primo prodotto della ricerca e le varie verifiche a carattere dimensionale ne hanno confermato la corrispondenza metrica con l'originale. Mentre la replica in PLA, una volta trattata per l'eliminazione delle creste, ha dimostrato la sua capacità di restituire un prodotto simile all'originale per ciò che attiene ad una sua fruizione visiva, è emersa, al contrario, la sua inefficacia e incoerenza nel momento in cui sono state effettuate delle verifiche rispetto ad un suo uso esclusivamente tattile. In particolare, la maggiore differenza non si riscontra nella qualità superficiale quanto piuttosto alla sua natura materica in quanto il polimero non risulta essere in grado di restituire al fruitore l'esperienza del contatto con il marmo dell'originale. Ragione di questa differenza è imputabile alla diversa temperatura dell'oggetto in particolare nel momento in cui viene maneggiato dall'utente. L'analisi delle caratteristiche qualitative ha permesso l'individuazione di una differente capacità del materiale di disperdere il calore derivante dal contatto nel tempo rispetto all'originale, fatto questo che ne impedisce una corretta percezione sensoriale. I materiali plastici con le loro capacità isolanti si caratterizzano per una differente cessione di calore nel tempo, ritornando alla temperatura originaria in intervalli anche tripli rispetto al marmo. Per questa ragione si è deciso di operare una ulteriore fase di lavoro utilizzando questo primo prodotto, geometricamente attendibile, come base per la successiva fase di creazione di un modello di un calco a contatto diretto del modello in PLA mediante la colatura nella controforma di materiali con proprietà termiche comparabili all'originale (fig. 4).

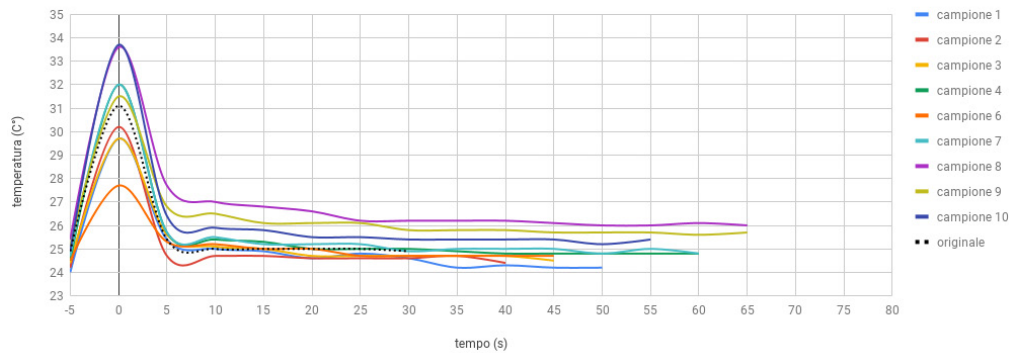
Fig. 6.
Tabella di confronto della capacità di disperdere calore tra i diversi materiali considerati.

Fig. 7.
Grafici di comparazione dei risultati.

Campione	T _{max}	T _{max2}	T ₀	Misurazioni - Intervallo 5°														Peso in Kg		
				T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄		T ₁₅	T ₁₆
1	24.0	29.7	25.4	25.0	24.9	24.6	24.8	24.6	24.2	24.3	24.2									0.38
2	24.2	30.2	24.7	24.7	24.7	24.6	24.6	24.6	24.7	24.4										0.40
3	24.4	29.7	25.6	25.1	25.0	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.5									0.28
4	24.5	32.0	25.7	25.4	25.3	25.0	25.0	25.0	24.9	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8					0.36
5	25.0	31.9	26.2	25.5	25.4	25.4	25.0	25.0	25.0											0.34
6	24.5	27.7	25.3	25.2	25.0	25.0	24.7	24.7	24.7	24.7										0.40
7	24.7	32.0	25.7	25.5	25.2	25.2	25.2	24.9	25.0	25.0	25.0	24.8	25.0	24.8						0.38
8	25.4	33.6	27.7	27.0	26.8	26.6	26.2	26.2	26.2	26.2	26.1	26.0	26.0	26.1	26.0					0.14
9	25.1	31.5	26.8	26.5	26.1	26.1	26.1	25.8	25.8	25.8	25.7	25.7	25.7	25.6	25.7					0.28
10	24.9	33.7	26.4	25.9	25.8	25.5	25.5	25.4	25.4	25.4	25.4	25.2	25.4							0.40
Testa	23.5	24.9	31.1	25.4	25.0	25.0	25.0	25.0	24.9											9.94
Originale		25.9	32.5	28.2	28.0	27.8	27.8	27.7	27.4	27.4	27.3	27.3	27.1	27.1	26.7	26.7	26.7	26.7		0.80
Copia in resina patinata		25.7	30.8	27.2	26.5	26.5	26.5	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	26.1					6.66
Copia in malta patinata		25.5	30.1	26.0	25.9	25.9	25.5	25.5												7.28
Copia in malta con cariche pigmentate		25.8	33.4	26.1	26.1	26.0	26.0	26.0	25.8											
Alto sc		25.8	34.6	26.3	26.2	26.2	26.2	26.1	26.0	26.0	25.8									
Basso sc		25.8	32.5	26.5	26.4	26.4	26.4	26.1	26.1	26.1	26.1	25.9								0.04
Basso dx		25.8	29.3	26.0	26.0	26.0	25.8													

test di temperatura

comparazione dei campioni



Il Nuovo Originale

Il modello in PLA è stato quindi sottoposto alle medesime tecniche ‘a contatto’ della tradizione, le stesse con le quali per decenni sono stati realizzati i calchi delle opere d’arte. Il processo, ben noto e largamente condiviso, si basa su una serie di passaggi che partono dalla costruzione di uno strato a pennello di gomma siliconica in grado di penetrare e assorbire tutte le caratteristiche morfologiche dell’originale. Ricoperto il modello in tutte le sue superfici, il calco viene protetto da uno strato di gesso finalizzato al mantenimento della forma e una volta completata la fase di asciugatura si procede alla sformatura delle gomme siliconiche utilizzate per la successiva fase di colatura e creazione della copia. Tenuto conto della perfetta corrispondenza geometrica delle gomme siliconiche all’originale, lo studio si è concentrato sull’individuazione di un materiale in grado di restituire le medesime caratteristiche tattili dell’originale e in particolare la capacità del materiale di colatura di reagire ai cambiamenti di temperatura nei medesimi tempi rispetto all’originale. Per effettuare una scelta si è deciso di costruire una serie di campioni (fig. 5) di composti a base cementizia o resinosa con l’aggiunta di polvere di marmo e altri additivi necessari alla successiva fase di colatura, sottoponendoli a test progettati per la specifica esigenza. Mediante l’uso di una termocamera i singoli materiali sono analizzati per individuare la loro capacità di disperdere calore nel tempo. In particolare, la ricerca ha posto l’attenzione sul tempo entro il quale il materiale sottoposto a contatto fosse in grado di tornare alla sua temperatura originaria. In effetti in un ambiente a temperatura controllata tutti i materiali lasciati inerti mostrano una temperatura superficiale simile. Nel momento in cui avviene il contatto con il corpo umano si registra una cessione di calore del corpo, più caldo dell’ambiente esterno, di circa 4° centigradi che vengono nuovamente ceduti all’ambiente con tempistiche differenti che vanno dai 20 secondi a oltre 1 minuto. Il test effettuato sull’originale ha costituito il riferimento per i successivi confronti. Entrando nello specifico si è evidenziato come subito dopo il rilascio, i materiali perdano quasi istantaneamente circa 2°C per poi cedere con tempi differenti i successivi 2°C. La fase di acquisizione dati ha permesso di visualizzare questa perdita di temperatura

Fig. 8. Campioni di teste realizzate mediante colatura: in alto a destra statua originale; in basso a destra copia in PLA; in alto a sinistra copia (fotografia degli autori).



mediante grafici in grado di descrivere in maniera sintetica questa specifica proprietà. Lo studio è andato quindi a individuare quali fossero le soluzioni per colatura caratterizzate da un tempo di rilascio del calore con un grafico simile a quello individuato relativamente al materiale originale (figg. 6, 7). Le verifiche della capacità di dispersione termica, realizzate in un ambiente a temperatura e umidità controllata, hanno permesso di confrontare le curve costruite sulla base dati acquisita sperimentalmente, permettendo l'individuazione di una miscela a base cementizia con polvere di marmo botticino come soluzione compatibile all'obiettivo. Individuato il materiale, questo è stato colato all'interno dello stampo in silicone e, dopo una fase di pulizia ed eliminazione delle imperfezioni, ha dato luogo ad una copia geometricamente, cromaticamente e termicamente attendibile all'originale (fig. 8).

Conclusioni

Attraverso l'utilizzo sinergico di dispositivi tecnologicamente innovativi, scansione *laser* e stampa 3D, e tecniche tradizionali, lo stampo in gomma siliconica per la creazione di copie a contatto, è stato possibile ottenere repliche che aprono le porte ad un livello di fruizione quasi del tutto inedito ed economicamente sostenibile, ottenendo risultati adeguatamente fedeli con la possibilità di intervenire sui materiali e sulle finiture per replicare in parte anche alcune proprietà fisiche dei campioni reali e restituire opportunamente la sensorialità degli originali [Arnaldi et al. 2015]. La ricerca, tutt'ora in corso, si pone come obiettivo la verifica dell'efficacia del prodotto ottenuto in primo luogo per una sua fruizione tattile. La messa a servizio di questo primo prodotto e il riscontro sul campo della sua efficacia comunicativa con persone con disabilità visiva e normodotati, costituirà un necessario punto di confronto per verificare la qualità dell'intero processo. Allo stesso tempo la possibilità di ottenere copie in maniera efficace senza perdere di vista la qualità scientifica del prodotto ottenuto, rappresenta una nuova ed interessante possibilità per lo sviluppo di allestimenti dall'alto livello emozionale e sensoriale con possibili e imprevedibili sviluppi nel medio periodo in un'ottica quanto più conservativa e educativa. Ben-

ché lo studio sia stato portato avanti in primo luogo per permettere a coloro che hanno una disabilità visiva di poter fruire di opere d'arte altrimenti inaccessibili, immaginare un'interazione tattile potrebbe costituire un nuovo strumento di innovazione e di inclusione in grado arricchire l'esperienza di ogni singolo fruitore di un museo sia a livello emotivo che cognitivo [Chatterjee 2008].

Note

[1] Le scansioni sono state realizzate con Scanner a Luce Strutturata Scantech iReal impostato su una maglia poligonale con distanza tra i punti pari a 0,2 x 0,2 mm.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la disponibilità e il supporto fornito durante tutte le fasi del lavoro, il Direttore del Parco archeologico di Ostia antica, dott. Alessandro D'Alessio; la Responsabile dei Beni Mobili la dott.ssa Cristina Genovese; la Restauratrice Responsabile dell'area Scavi di Ostia Antonella Docci. Un ringraziamento particolare va ai Restauratori Sergio Salvati e Luigi Loi che con il loro lavoro hanno permesso la realizzazione delle copie fisiche. Si ringrazia inoltre Mario Baioli del FablabArchitettura della Sapienza che ha realizzato la copia in PLA.

Riferimenti Bibliografici

- Nicolas., T., Gagne, R., Tavernier, C., Petit, Q, Gouranton, V., Arnaldi, B. (2015). Touching and interacting with inaccessible cultural heritage. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. n. 24 p. 265-277.
- Candlin, F. (2004). *Don't Touch! Hands Off! Art, Blindness and the Conservation of Expertise*. <<https://eprints.bbk.ac.uk/id/eprint/775/>> (consultato il 13 settembre 2022).
- Chatterjee, H. (2008). *Touch in Museums: Policy and Practice in Object Handling*, London: Routledge.
- Vaz, R., Freitas, D., Coelho, A. (2022). Enhancing the Blind and Partially Sighted Visitors' Experience in Museums Through Integrating Assistive Technologies, Multisensory and Interactive Approaches. In *Lecture Notes in Computer Science book series* (LNCS, volume 13309) <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-05039-8_38> (consultato il 13 settembre 2022).