

The background is a blue architectural floor plan with a red rectangular area highlighting a specific section of the plan. The plan shows various rooms, corridors, and structural elements.

MO.DI.PHY.

MODELING FROM DIGITAL TO PHYSICAL

Innovation in design languages and project procedures

DAL MODELLO DIGITALE AL MODELLO FISICO

Innovazione dei linguaggi e delle procedure progettuali

a cura di Maria Pignataro

The logo for Maggioli Editore, consisting of three vertical bars of varying heights followed by the text 'MAGGIOLI EDITORE' in a bold, sans-serif font.

**MAGGIOLI
EDITORE**

MO.DI.PHY.
MODELING FROM DIGITAL TO PHYSICAL
Innovation in design languages and project procedures

DAL MODELLO DIGITALE AL MODELLO FISICO
Innovazione dei linguaggi e delle procedure progettuali

A CURA DI MARIA PIGNATARO


MAGGIOLI
EDITORE

Riproduzioni di quest'opera, con mezzi fotomeccanici o su supporto informatico, per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% del volume, dietro pagamento alla Siae del compenso previsto dall'art. 68, comma 4, della L. 633/1941, ovvero dall'accordo stipulato tra Siae, Aie, Sns e Cna, Confartigianato, Casa, Clai, Confcommercio, Confesercenti il 18.12.2000. Le riproduzioni per uso differente da quello personale potranno avvenire per un numero di pagine non superiore al 15% del volume solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dall'Editore. Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati in tutti i Paesi.

MO.DI.PHY.

MODELING FROM DIGITAL TO PHYSICAL

Innovation in design languages and project procedures

DAL MODELLO DIGITALE AL MODELLO FISICO

Innovazione dei linguaggi e delle procedure progettuali

Il volume raccoglie tutti i contributi pervenuti per l'omonimo convegno, tenutosi a Lecco, al Politecnico di Milano - Polo Territoriale di Lecco, nell'ambito delle celebrazioni per il 150° anniversario della fondazione del Politecnico, nei giorni 11 e 12 Novembre 2013. Tutti i saggi pubblicati sono stati approvati ciascuno da due revisori.

Comitato scientifico:

Adele Buratti, Politecnico di Milano

Agostino De Rosa, IUAV, Venezia

Francesca Fatta, Università degli Studi Mediterranea, Reggio Calabria

Riccardo Migliari, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Livio Sacchi, Università degli Studi "G. D'Annunzio", Chieti - Pescara

Responsabile scientifico:

Maria Pignataro, Politecnico di Milano

ISBN 9788838762741

Finito di stampare: Ottobre 2013

© Copyright 2013 by Maggioli S.p.A.

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.

Azienda con sistema qualità certificazione ISO 9001:2000

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) - Via del Carpino 8

telefono +39.0541.628111 - fax +39.0541.622020

www.maggioli.it/servizioclienti

e-mail servizio.clienti@maggioli.it

Sponsor



Con il patrocinio di



Provincia di Lecco



Comune di Lecco



Camera di Commercio
Lecco



ORDINE DEGLI ARCHITETTI,
PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA DI MILANO



COLLEGIO
DEGLI INGEGNERI
E ARCHITETTI

ANCE | LOMBARDIA

in
arch
master in
architetture digitale

Con la collaborazione di



Ordine degli architetti, pianificatori, paesaggisti
e conservatori della provincia di Lecco



ANCE | LECCO



SOMMARIO

| | |
|--|----|
| FOREWORD | 7 |
| PROTOTYPE AND ARCHITECTURAL DRAWING Riccardo MIGLIARI | |
| INTRODUCTION | 13 |
| THE DRAWING AS A LINK BETWEEN DIGITAL AND PHYSICAL MODEL Maria PIGNATARO | |
| PARTE PRIMA | |
| MODEL DESCRIPTION | |
| FROM THE DIGITAL TO THE PHYSICAL MODEL. CASE STUDY IN THE YARD OF THE MILAN CATHEDRAL. Carlo MONTI, Benigno MOERLIN VISCONTI CASTIGLIONE, Francesco FASSI, Cristiana ACHILLE, Alessandro MANDELLI | 18 |
| REVERSE ENGINEERING, RAPID PROTOTYPING AND AUGMENTED REALITY: INTEGRATED TECHNIQUES FOR NEW MODELS OF FRUITION OF ARCHEOLOGICAL HERITAGE Mino Renato ALESSI, Fabrizio AVELLA | 30 |
| MODULATING THE MODEL. EXPERIMENTATIONS FOR AN ARCHITECTURE OF THE CONTEMPORARY MUSEUM Michele CAJA, Maria Pompeiana IAROSI | 44 |
| ANALYZING DECORATIVE ELEMENTS IN PALAZZO FORTUNY IN VENICE: FROM 3D ACQUISITION TO 3D PHYSICAL MODEL Alberto SDEGNO, Livio DE LUCA, Pietro CLEMENTE | 60 |
| VIRTUAL IMAGES, MODELS AND COPIES: PROTOTYPING TEXTURES Michela ROSSI, Giorgio BURATTI | 78 |

| | |
|---|-----|
| INNOVATIVE MODELS FOR THE REPRESENTATION OF THE URBAN LANDSCAPE Rossella SALERNO | 80 |
| 3D MODELING AND RAPID PROTOTYPING FOR THE KNOWLEDGE, CONSERVATION AND VALORIZATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE IN SICILY Alessio CARDACI, Antonella VERSACI | 86 |
| FROM REAL TO VIRTUAL (AND BACK): SURVEY AND DESIGN APPLIED TO BIM APPROACH Giuseppa NOVELLO, Massimiliano LO TURCO | 96 |
| PARTE SECONDA MODEL CONCEPT | |
| FREEFORM MODELING AND RAPID PROTOTYPING Maria PIGNATARO | 106 |
| CONCEPT MODELING AND SKETCHING: TOWARDS A NEW HEURISTIC ARCHITECTURAL DESIGN IN DIGITAL ERA Marco MUSCOGIURI | 116 |
| THE PRODUCTIVE ROLE OF MODEL FROM A VIRTUAL TO A PHYSICAL ENTITY - THE COMMUNICATION OF 36 PROJECTS OF NEVERCONSTRUCTED VILLAS Manuela INCERTI, Giampiero MELE, Uliva VELO | 128 |
| THE STAGING OF DIGITAL MODEL Cesare VERDOSCIA, Anna Christiana MAIORANO, Riccardo TAVOLARE | 142 |
| THE SEMANTIC DESCRIPTION MODELING Daniele PAPI | 150 |
| BEHIND THE COMPLEXITY OF A FOLDED PAPER Carlo BIAGINI, Vincenzo DONATO | 160 |
| GEOMETRY, CONFIGURATION AND MODELING Cristina CANDITO | 170 |
| CONCEPT MODEL IN DIGITAL AGE. OMA'S OPERATIONAL AND SEMANTIC PRACTICES Fabio COLONNESE | 180 |
| GEOMETRY OF THE DIGITAL STEREOTOMIC MODEL Giuseppe DACUNTO | 192 |

| | |
|--|-----|
| THE REGENERATION OF HISTORIC CENTRE OF NAPLES: DESIGN AND INNOVATION Roberto VANACORE, Carla GIORDANO | 204 |
| INTERACTION BETWEEN GIS ENVIRONMEN AND 3D MODELING A CASE OF RARE BENEFITS AND TESTING GROUND Cecilia BOLOGNESI, Giovanni PROCACCI | 214 |
| TWA TERMINAL, JFK AIRPORT NEW YORK, EERO SAARINEN. THE DIGITAL MODEL BASED ON THE EXECUTIVES DRAWINGS Francesca PIERDOMINICI | 224 |
| THE PRE-FIGURATION OF THE SPACE AS A TOOL FOR MODELING Domenico CHIZZONITI, Matteo NOVIELLO, Gaia PRETA, Letizia CATTANI, Luca PREIS | 238 |
| FROM MATHEMATICAL MODEL TO PH YSICAL MODEL: THE NERVILAB EXPERIENCE Leonardo BAGLIONI, Federico FALLAVOLLITA, Marta SALVATORE | 250 |
| PARTE TERZA | |
| MODEL CONSTRUCTION | |
| INNOVATIVE VENTILATED FACADE SYSTEMS INTEGRATING MULTIFOIL RBS INSULATION: FROM 2D DESIGN TO 3D MODEL Annalisa ANDALORO, Eugenia GASPARRI, Angelo LUCCHINI, Enrico Sergio MAZZUCHELLI, Alberto STEFANAZZI | 266 |
| TECHNOLOGICAL INNOVATION AND PROCESS INNOVATION TO SUPPORT THE RESTORATION OF CLASSIC CARS Mauro CECONELLO, Davide SPALLAZZO, Andrea LOPANE | 278 |
| THE REVERSE MODELING: A NEW METHOD FOR AN OLD PRACTICE Rita VALENTI, Giuseppe BARONE | 288 |
| FROM THE MACHINE TO THE SITE Vito SIRAGO | 300 |
| DIGITAL MODELING FOR THE FAÇADES PANELING Daniele MAURO, Maria PIGNATARO, Riccardo GATTI | 308 |
| THE PROJECT INNOVANCE: DESCRIBING AND INNOVATING THE CONSTRUCTION WORLD WITH DIGITAL MODELS Vittorio CAFFI | 318 |

REVERSE ENGINEERING, RAPID PROTOTYPING AND AUGMENTED REALITY: INTEGRATED TECHNIQUES FOR NEW MODELS OF FRUITION OF ARCHEOLOGICAL HERITAGE

Mino Renato ALESSI,¹ Fabrizio AVELLA²

¹ Art School "V. Ragusa & O. Kiyohara ", Palermo, Italy

² Department Of Architecture, University of Palermo, Italy

E-mail: renatoalessi@alice.it, fabrizio.avella@unipa.it

ABSTRACT

Reverse engineering (RE) and Rapid Prototyping (RP) have long been used for the representation, interpretation and communication of artistic and archaeological heritage, as well as their museum fruition. An application is given by the construction of models for tactile perception for blind-users: it has been developed a model, in real scale, of a kantharos of the sixth century BC modeled with mixed techniques of rapid prototyping CNC with polymeric resin.

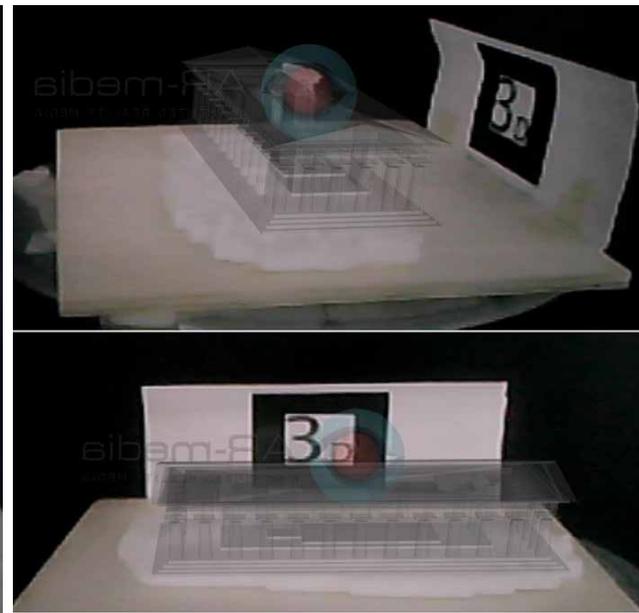
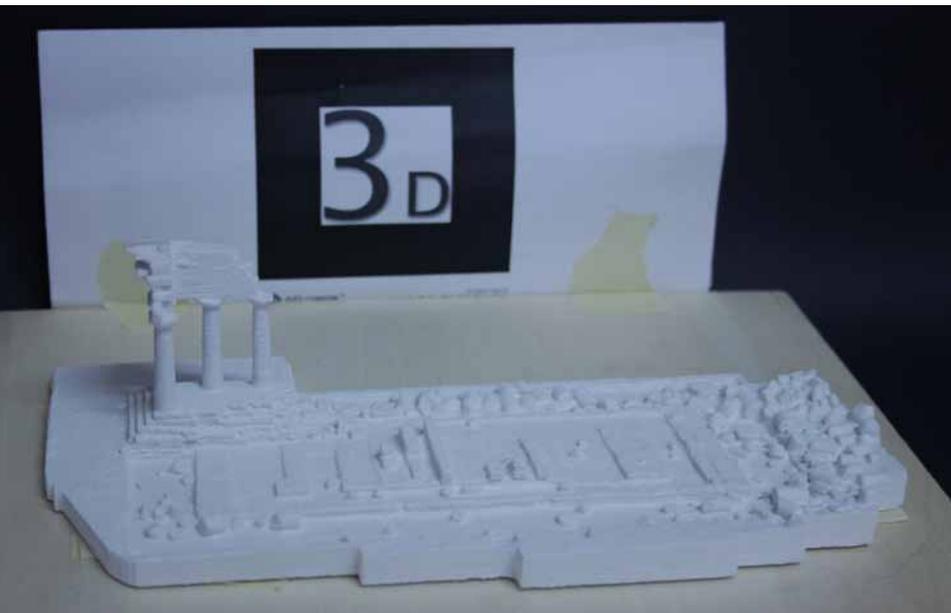
Another possible application is the integration of RE and RP techniques with Augmented Reality (AR). It has been made an experiment on the model of the Temple of Castor and Pollux in Agrigento.

The physical model, made with additive process using 3D printing with chalky powder with controlled particle size, has been used as a basis to overlay the display of the polygon model, on a monitor or through glasses for AR. The digital model is perfectly superimposed to the physical model, and is viewable in various ways, from the colored one for the simulation of materials at the semi-transparent one to highlight the relationships with the underlying model, making immediate perception of the relations between the ruins and the original work.

The full paper will outline the experiences that have been made in the laboratories of RP and RE of the Art School "V. Ragusa and OR. Kiyohara "of Palermo in collaboration with the Department of Architecture of the University of Palermo.

Key words

Reverse Engineering, Rapid prototyping, Augmented Reality



REVERSE ENGINEERING, RAPID PROTOTYPING E REALTÀ AUMENTATA: TECNICHE INTEGRATE PER NUOVI MODELLI DI FRUIZIONE DEL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO

1. Fruibilità dei beni culturali in Sicilia e nuovi media

La fruibilità dei beni culturali in Sicilia è condizionata da una endemica mancanza di investimenti. Questa situazione ha condotto, tra l'altro, alla quasi totale assenza di servizi aggiuntivi presso siti e musei di grandissimo rilievo. In Francia il Louvre incassa 125 milioni di euro all'anno di cui solo 43 provengono dai biglietti di ingresso, il resto è garantito da servizi come bookshop, caffetteria e gadget. Alla National Gallery di Londra l'ingresso è addirittura gratuito ma grazie ai servizi aggiuntivi, nel 2011 ha incassato 35 milioni di sterline. Risulta evidente che una seria progettazione dei servizi aggiuntivi è necessaria per il rilancio dei beni culturali in Sicilia. Nel campo della comunicazione dei beni culturali una nuova categoria di servizi museali, quella legata ai nuovi media e ai nuovi prodotti digitali utilizzabili da smartphone e tablet, è in forte sviluppo.

1.1 Due casi esemplificativi

Gli esempi realizzati si riferiscono alla ricostruzione dello Skyphos di Atena proveniente dal parco archeologico dello Iato nel territorio di Palermo e del tempio di Castore e Polluce sito nella valle dei templi di Agrigento. Si sono scelti questi due casi per la differenza dei problemi che presentavano, dalla scala dimensionale alla resa dell'apparato materico e figurativo, dalle tecniche di rilevamento a quelle di modellazione.

1.1.1 Lo skyphos di Atena e Tiresia

Il parco archeologico dello Iato posto sul monte omonimo, è a pochi chilometri da Palermo. Gli scavi condotti nella seconda metà del secolo scorso dalla Università di Zurigo hanno portato alla luce un vasto impianto urbano e significativi resti di architetture civili e private. La storia della città chiamata Iatoy dai greci, Iates dai latini e Giato nel medioevo, si dipana per più di 2000 anni, dalla età del ferro sino al 1246, quando con un assedio le truppe di Federico II di Svevia posero definitivamente fine alla sua vicenda. I reperti provenienti da tali scavi sono conservati presso l'antiquarium che ha sede alle Case d'Alia nel territorio del comune di S. Cipirello. Lo skyphos a figure nere di origine Ateniese, ritrovato tra le rovine di una casa tardoantica rappresenta un elemento di pregio del vasellame tradizionalmente usato per il simposio.

Sul vaso, risalente al V sec. a.c. è rappresentato il mito dell'indovino Tiresia e di come ricevette il dono della veggenza da Atena: il pastore Tiresia inavvertitamente sorprese nuda la virgine dea mentre faceva il bagno; l'affronto fu punito con la

A sinistra: modello fisico ottenuto tramite rapid prototyping.

A destra: modello in Realtà Aumentata sovrapposto al modello fisico

2

Figura 1

Lo skyphos di Tiresia e Atena conservato presso l'antiquarium del Parco Archeologico dello Iato oggi più diffusi.

Figura 2

La nuvola di punti visualizzata dal software Rapidform



cecità. Ma la ninfa Cariclo, madre di Tiresia, supplicò il perdono della dea che si impietosì e, pur non recedendo dal castigo, concesse al pastore il dono della veggenza e un bastone di corniola per riconoscere gli ostacoli sul suo cammino. La descrizione del mito è ripetuta sul vaso due volte in due scene identiche; la dea è raffigurata con i suoi attributi mentre dona il bastone all'uomo alle cui spalle vi è la figura della madre; l'insetto tra Atena e Tiresia è una cicala ed allude a Metide, madre di Atena. Il reperto per quanto sia pervenuto a noi frammentato e con numerose lacune risulta intellegibile nella sua globalità.

1.1.2 Il tempio di Castore e Polluce

Il tempio di Càstore e Polluce, edificato intorno al 480- 460 a.C. è un esastilo periptero in stile Dorico. Detto anche dei Dioscuri, identificato anche come "Tempio I", è sito nella "Valle dei Templi" di Agrigento. E' ubicato nell'area del Santuario delle divinità Ctonie, a poche decine di metri dal tempio di Giove.

Nel 1836 Lo Faso, Duca di Serradifalco, membro della Commissione per le antichità siciliane, con la collaborazione del Professore Valerio Villareale e degli architetti Domenico e Francesco Saverio Cavallari, fece ricostruire l'angolo nord-ovest del Tempio di Càstore e Polluce, tre colonne con parte della trabeazione sovrastante, dando vita, senza saperlo, a quello che è diventato uno dei simboli iconografici della città di Agrigento.

Nel 1842, per problemi di staticità, si dovette ricorrere all'aggiunta di una quarta colonna. Allo stato attuale rimane quasi esclusivamente lo stilobate segnato da incisioni praticate sul banco di tufo quasi piano che corrispondono alla fondazione della peristasi e della cella del pronao.

2. Digitale e tangibile:dai reperti ai alla prototipazione rapida

La realtà aumentata - intesa come integrazione in tempo reale di informazioni direttamente sugli elementi fisici esistenti - costituisce nel campo dei nuovi media per



la fruizione dei beni culturali un orizzonte ancora da esplorare ed il presente studio intende fornire un contributo in questo campo. In un costante rapporto tra bit ed atomo, tra informazione e materia lo studio individua una metodologia di integrazione tra reperti archeologici e modelli digitali; quest'ultimi sono elaborati ai fini della rappresentazione ma anche per fabbricare modelli fisici secondo le tecniche della prototipazione rapida. L'obiettivo è quello di realizzare delle app capaci di fornire convincenti ricostruzioni 3D direttamente sugli oggetti inquadrati dalle cam dei dispositivi digitali portatili. Per approntare tale metodologia ci si è giovato di numerosi software specifici e del laboratorio di ingegneria inversa e prototipazione rapida del Liceo Artistico Statale " V. Ragusa e O. Kiyohara" di Palermo, attivo sin dal 2005.

2.1 Lo Skyphos di Atena e Tiresia

Il modello digitale del reperto archeologico

La prima fase del processo ha avuto come obiettivo l'elaborazione di un modello digitale del reperto esistente; a tale scopo si è utilizzata la tecnica dell'ingegneria inversa; in particolare si è utilizzato il sistema fotogrammetrico hardware – software "Zscan" prodotto dalla società "Menci Software" di Arezzo. Da 26 triplette di foto ad alta definizione scattate intorno al reperto - una ogni 15° - si sono ottenute altrettante nuvole di punti (fig. 2) ognuna composte da decine di migliaia di punti. Per ogni punto di ogni nuvola il sw compila una stringa di 6 numeri: i primi 3 rappresentano la posizione del punto nello spazio secondo un sistema di assi $x - y - z$; i successivi 3 numeri esprimono la qualità coloristica del punto secondo il sistema $R - G - B$.

Da tali nuvole si ottiene una quantità enorme di dati grezzi che descrivono la geometria del reperto; il sw "Zscan" provvede anche alla triangolazione di ogni singola nuvola (fig.3) così da creare un guscio – la mesh – che costituirà uno dei tasselli del modello digitale completo. Tali mesh però:

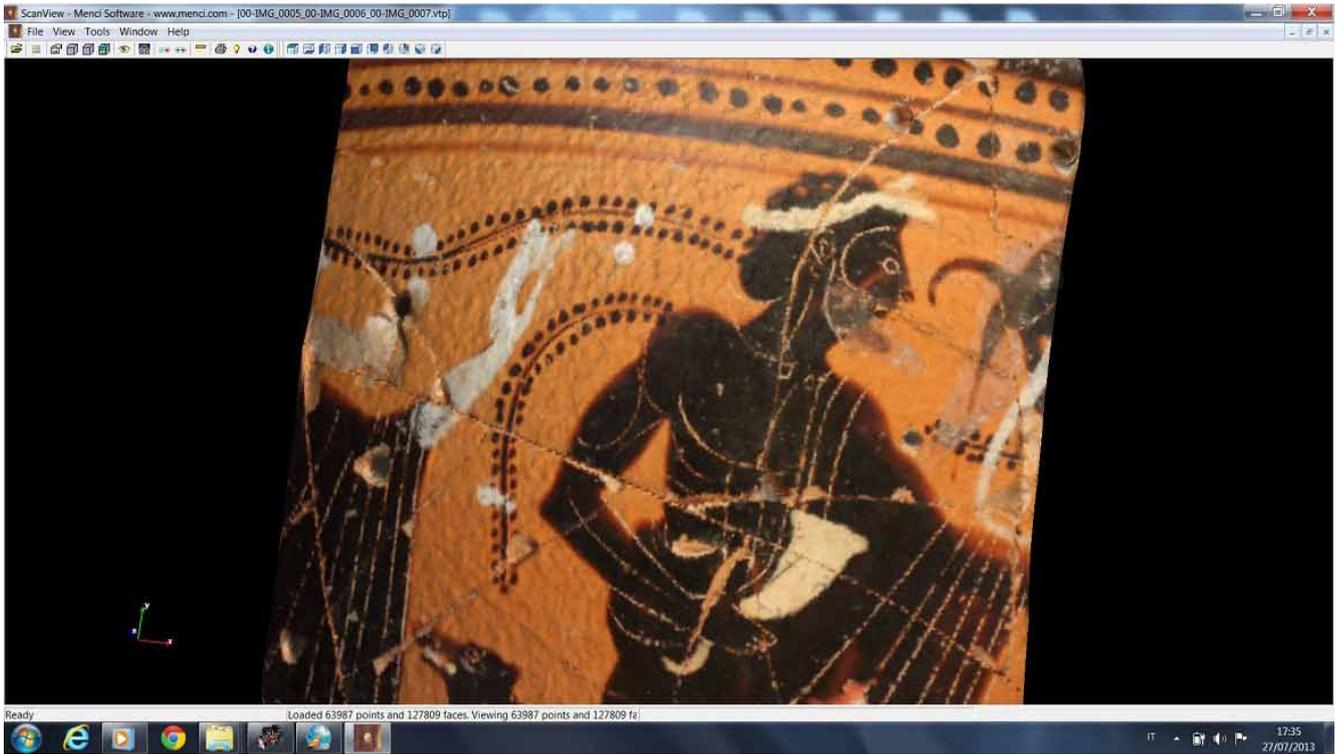


Figura 3
 La nuvola di punti triangolarizzata e texturizzata da Zscan e visualizzata in Scanview

- non risultano riferiti ad un medesimo sistema di assi
- sono fortemente ridondanti

Per rimediare a tali errori si è utilizzato il sw Rapidform, progettato per la creazione di modelli digitali impermeabili cioè perfettamente chiusi, esenti da errori, idonei per essere avviati alla stampa 3D.

Le singole mesh sono state esportate dal visualizzatore ScanView di Zscan nel formato VRML - tale formato consente di conservare i dati RGB contenuti nella nuvola di punti originaria - ed elaborati in Rapidform sino ad ottenere un modello completo dell'esistente, pronto per essere prototipato dalla stampante 3D Zcorp 450 che tra l'altro è anche in grado di imprimere sulle superfici dei modelli le tessiture a colori dei modelli (fig 4).

L'inadeguatezza dello strumento offset del software Rapidform ha reso necessario un passaggio intermedio del modello sui sw Rhino 3D e Sculpttris. Tale operazione ha consentito di dare il giusto spessore al modello che altrimenti dai dati originari delle nuvole di punti avrebbe consentito la restituzione solo di una superficie, senza spessore.

2.2 Da modello a modello: le ipotesi per restituire la forma originaria

Una volta ottenuto il modello digitale del reperto archeologico esistente si è proceduto ad ipotizzare quale fosse la forma complessiva originaria dello skyphos. Per fare questo si è ritenuto opportuno effettuare una ricerca su ceramiche analoghe coeve ed effettuare una comparazioni sulla forma e sull'impianto decorativo. Notevoli le analogie riscontrate con lo skyphos a figure nere con Eracle, Atena ed Hermes conservato negli USA presso Mount Holyoke College Art Museum, pervenuto inte-

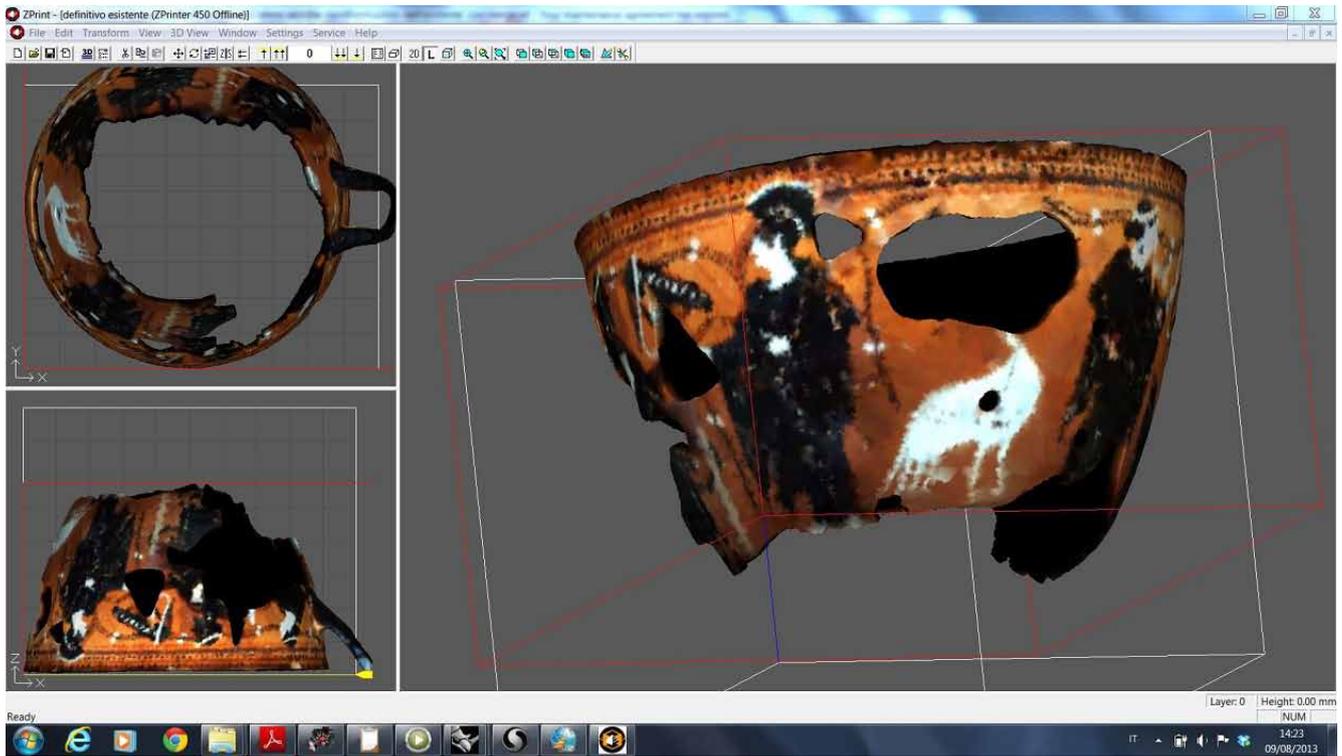


Figura 4
Il modello digitale del reperto esistente pronto per la stampa 3d con Zcorp 450

gro sino ai nostri giorni. Si è pertanto considerata tale ceramica il modello utile alla ricostruzione globale del nostro reperto (fig.5).

Si è passati ad esportare la mesh completa del reperto esistente sul sw CAD Rhino3D per effettuare, con piani passanti dal centroide del modello, sezioni multiple. Le curve ottenute hanno fornito comunque solo un parziale profilo della sezione della ceramica. Tale profilo è quindi stato completato confrontandolo con quello ricavato dalle immagini della ceramica conservata negli USA. A questo punto tramite lo strumento rivoluzione è stato possibile creare il solido di rotazione completo dello skyphos. In modo analogo è stata possibile la ricostruzione delle anse. Tale modello è stato sovrapposto a quello dell'esistente ottenuto dall'ingegneria inversa (fig.6); come si evince la corrispondenza tra le due geometrie è notevole.

2.3 Geometria e mappatura di superficie

Il modello totale così ricostruito è, però esclusivamente un modello geometrico, manca della sua pelle pittorica. Per ovviare a tale lacuna si è ricorso ad altri due sw: il programma di fotoritocco GIMP ed il programma di animazione 3D Blender, entrambi sw opensource. Per accedere a Blender da Rhino3D si è esportato il modello nel formato OBJ. Preventivamente si è però proceduto ad una decimazione dei poligoni costituenti la geometria al fine di consentire più agevolmente le operazioni successive. Su Blender in particolare si sono utilizzate le procedure di texturizzazione denominate UVmapping e Unwrapping. Tali procedure consentono di scucire la mesh lungo delle seam – cuciture – precedentemente predisposte dall'operatore le quali permettono di disporre tutta la geometria del modello su di un unico piano; la fig. 7 mostra una delle ipotesi di scucitura. Dopo diverse prove la scucitura che è



Figura 5
*Lo skyphos di Eracle con Atena e Hermes
conservato negli USA*



Figura 6
*Comparazione morfologica tra il modello ot-
tenuto da rilievo (in nero) e modello di rico-
struzione globale della forma (in rosso)*

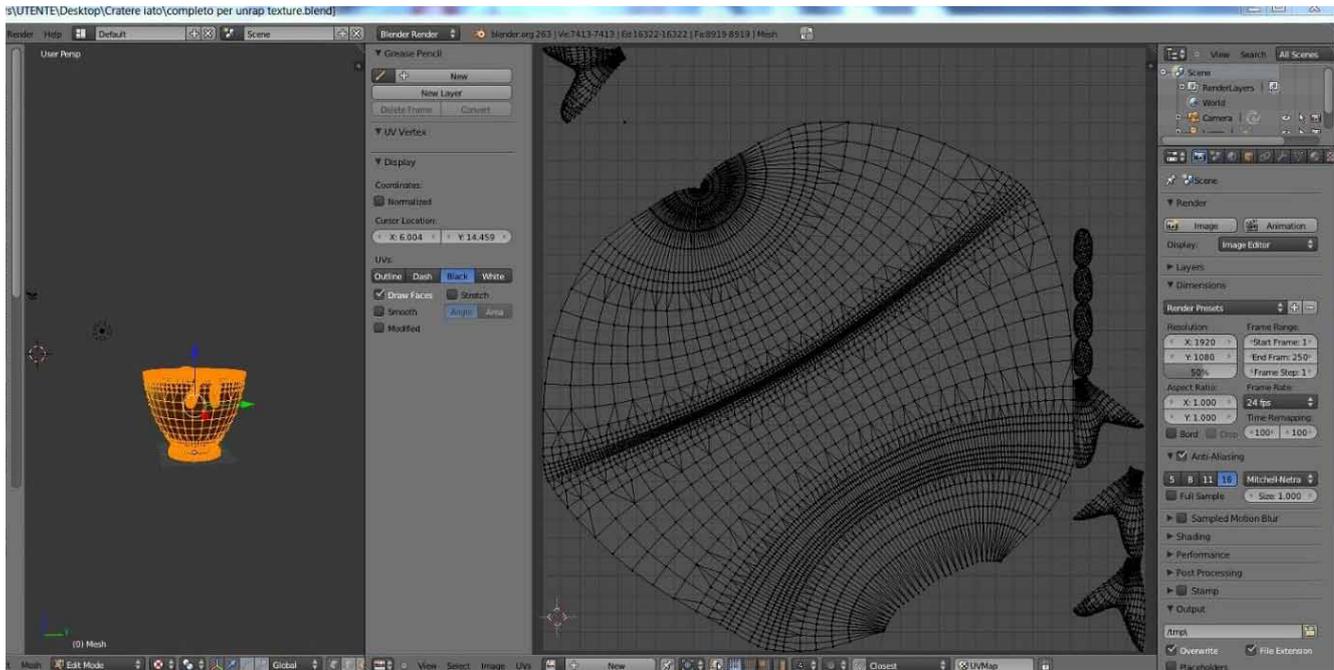


Figura 7
Prima ipotesi di UVmappinge unwrapping
con il sw Blender

stata considerata la più idonea per la realizzazione della texture è quella della fig.8.Si noti come nella fig.9 le componenti della decorazione sono state posizionate coerentemente con l'unwrapping. (Da 1. a 2.4 autore Mino Renato Alessi)

2.4 Il tempio di Castore e Polluce: dalla ingegneria inversa al modello in prototipazione rapida

Il modello dello stato attuale del tempio di Castore e Polluce è stato realizzato sulla base di una nuvola di punti fornita dal Parco Archeologico di Agrigento,¹ dalla quale è stata ricavata una mesh poligonale. La mesh è stata ottimizzata eliminando le lacune attraverso una paziente opera di retopologizzazione.² Per retopologizzazione si intende il processo di lavorazione della mesh che consente di eliminare le lacune, anche infinitesimali, di ridurre il numero di poligoni laddove la curvatura della superficie sia tale da non richiederne un numero elevato, di eliminare le facce esterne alla superficie, di uniformare il verso delle normali in modo da evitare zone nere in fase di rendering. A conclusione del processo la superficie risulta omogenea ed “impermeabile”, condizioni indispensabili al fine di poter realizzare il modello tramite processo di prototipazione rapida o stampa 3D.³ (figg. 08-11)

3. Dai modelli fisici all'Augmented Reality

La Realtà Aumentata (Augmented Reality) è una tecnica, ormai nota e diffusa, che consente di visualizzare informazioni o modelli su un layer che diventa visibile sovrapponendosi alla realtà percepita.

I campi di applicazione sono ormai molteplici. Dalle prime applicazioni in ambito aeronautico, ha trovato molte applicazioni in ambito militare, ed oggi risulta essere una tecnica ampiamente usata in ambiti che spaziano dall'interior design all'e-commerce, dalla progettazione architettonica a quella industriale.

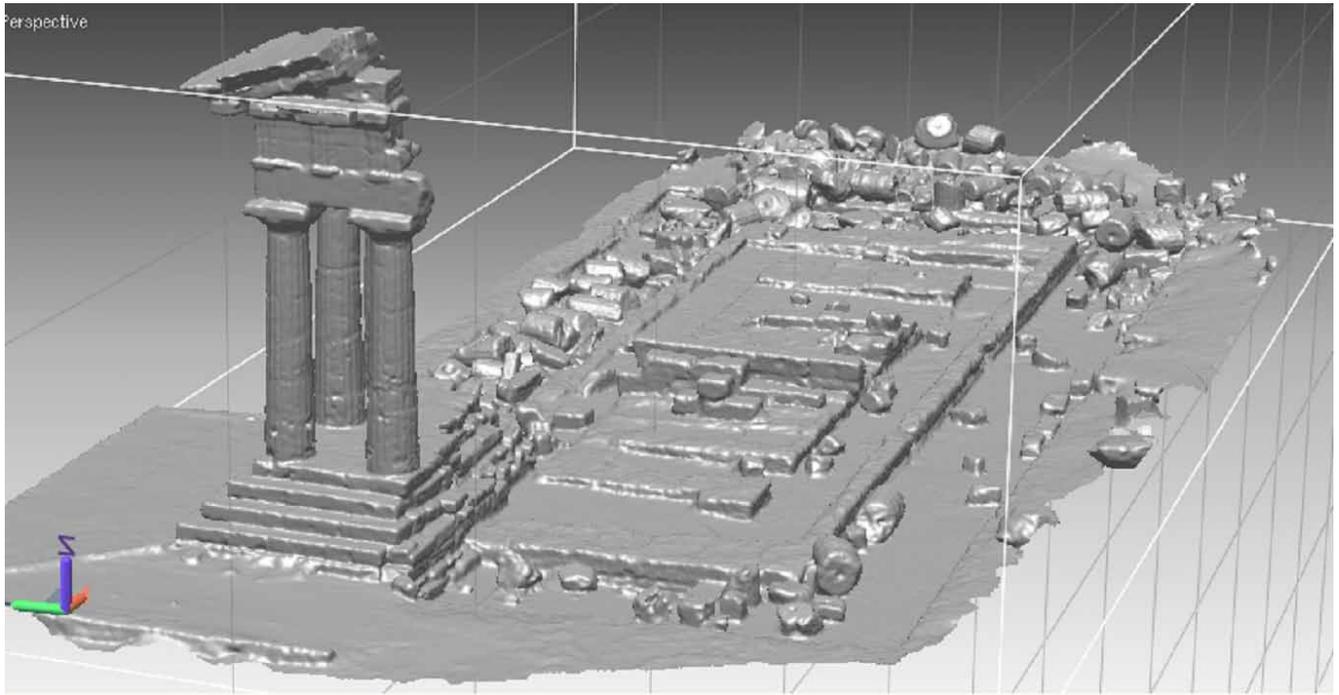


Figura 8
Mesh non ottimizzata ottenuta dalla nuvola di punti

Uno degli ambiti in cui comincia ad aver un'interessante applicazione, negli ultimi anni, è quello della fruizione dei Beni Culturali.

Si è visto, infatti, che, anche grazie all'utilizzo di dispositivi mobili di facile utilizzo quali tablet e smartphone, è possibile visualizzare informazioni aggiuntive inquadrando il bene, artistico, museale, archeologico, previo riconoscimento di quest'ultimo da parte del sistema.

In genere il processo avviene sovrapponendo l'informazione alla realtà percepita. Si propone, in questa sede, di utilizzare il processo di visualizzazione in AR per integrare le informazioni date non da un elemento reale ma da una sua riproduzione eseguita con tecniche di rapid prototyping, CAM o CNC.

L'informazione aggiuntiva è, in questi casi, costituita da un modello digitale elaborato tramite superfici poligonali.

L'integrazione delle tecniche nasce dalla proposta di eseguire restauri virtuali per beni archeologici, museali, storico-artistici.

Se, infatti, la visualizzazione in AR si sovrappone ad un modello fisico realizzato tramite una delle precedenti tecniche menzionate, è possibile che che lo skiphos rinvenuto nel Parco Archeologico di San Giuseppe Iato, possa risultare visibile nella sua ricostruzione non soltanto morfologica ma anche nel suo apparato decorativo (fig. 13-16), e che il moncone del tempio di Castore e Polluce, nella valle dei Templi di Agrigento, diventi la base per la visualizzazione della ricostruzione del tempio nella sua completezza (figg. 17-18)

3.1 Fattori di scala e referenziazione del modello in AR

Al fine di realizzare la sovrapposizione devono essere tenuti in considerazione alcuni fattori relativi all'oggetto da rappresentare.

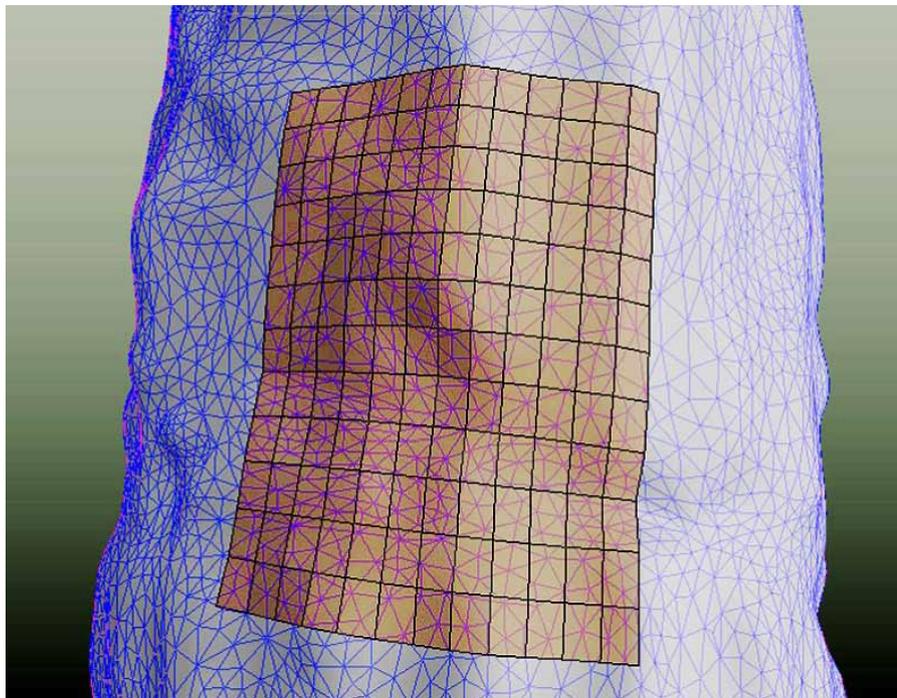
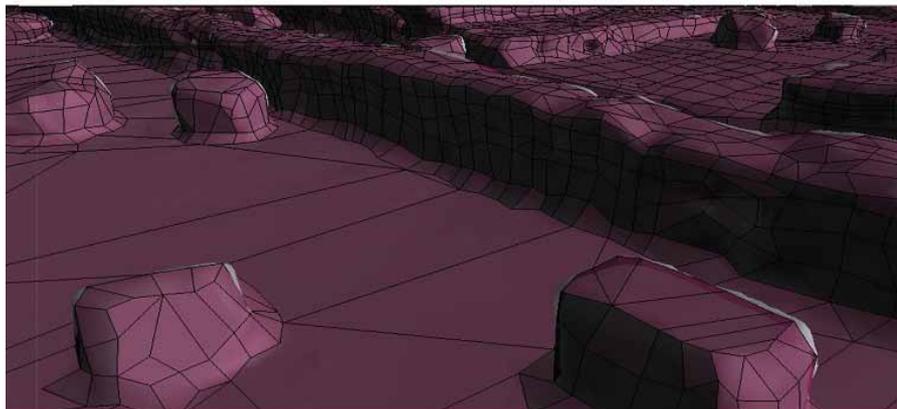
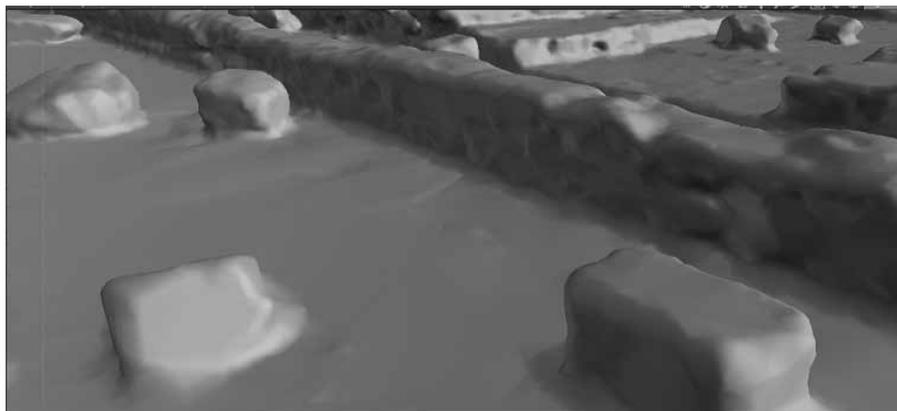


Figura 9
Processo di ottimizzazione della mesh

Figura 10
Mesh ottimizzata dopo il processo di retopologizzazione



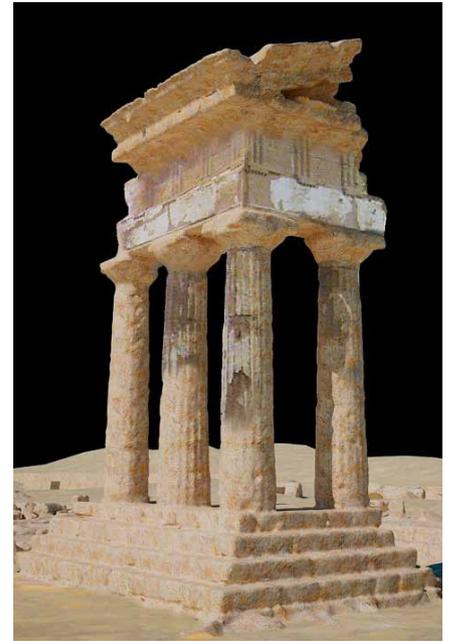


Figura 11-12
 Modelli renderizzati con 3D Studio Max ottenuti dalla mesh poligonale ottimizzata

Nel caso del Tempio di Castore e Polluce, ad esempio, il fattore di scala di riduzione del modello fisico deve coincidere perfettamente con quello del modello visibile in AR. La considerazione è valida anche per il lo skyphos di Tiresia e Atena, ovviamente, ma nel caso di oggettistica è molto probabile, a seconda delle dimensioni del reperto, che sia il modello fisico del reperto sia il modello visibile in AR siano realizzati alla stessa scala 1:1.

Altro fattore è relativo al posizionamento del marker, elemento indispensabile per il sistema di visualizzazione in AR. Può sembrare scontato che, proprio nella scelta del posizionamento del marker bisogna essere molto precisi affinché i due modelli siano perfettamente referenziati tra loro: le coordinate, di un punto $P(x, y, z)$ del modello fisico devono andare a coincidere perfettamente con le coordinate del punto omologo $P'(x', y', z')$ del modello in AR. Affinché ciò sia possibile bisogna calcolare con esattezza la posizione di visualizzazione del modello in AR rispetto al posizionamento del marker,

Questo, infatti, è riconosciuto dalla camera del dispositivo su cui sarà visibile e “trascina” con sé il modello visibile in AR nello spazio tridimensionale.

Per evitare che il marker risulti di disturbo al momento della visualizzazione si è scelto di operare una traslazione al fine di renderlo più facilmente riconoscibile dalla camera di presa e di non ostacolare la visualizzazione del modello fisico.

Il fruitore può, dunque, osservare la riproduzione del tempio in un’adeguata collocazione museale, e, quando lo ritiene opportuno, rendere attivo il sistema di AR e visualizzare, in perfetta sovrapposizione, la parte ricostruita del tempio stesso.

3.2 Tecniche di rendering in AR

Nel caso del tempio di Castore e Polluce, si è scelto di rendere visibile la parte mancante in semitrasparenza, al fine evidenziare il rapporto tra il rudere esistente

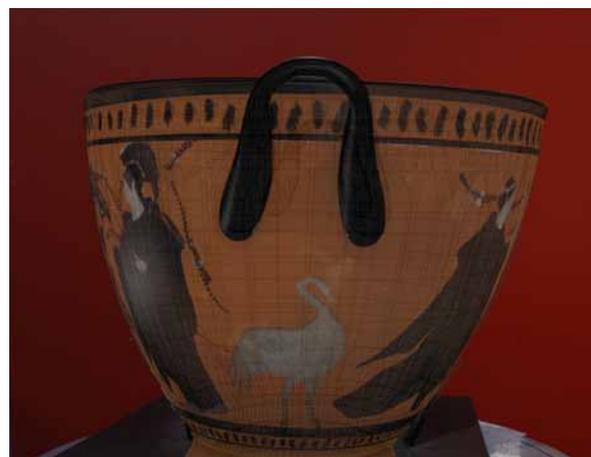
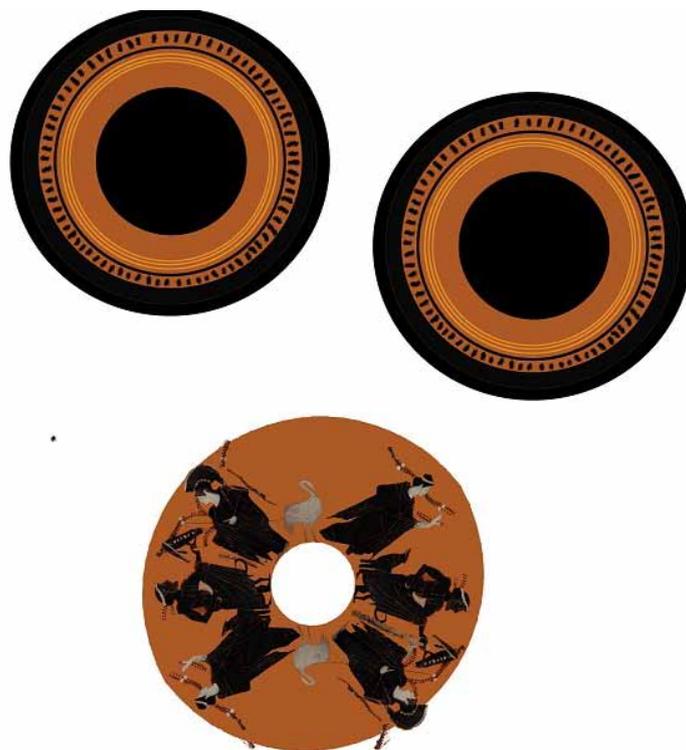
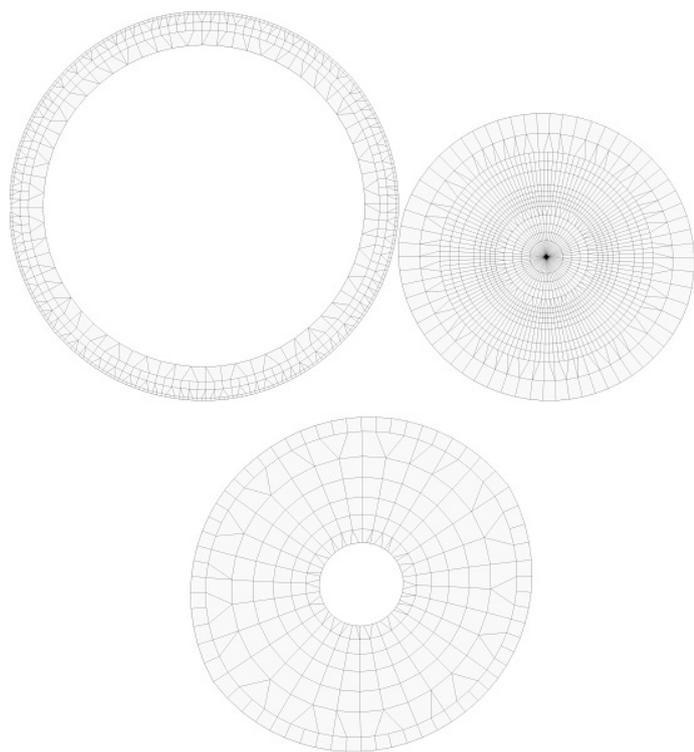


Figura 13
Adattamento delle texture per l'ipotesi definitiva
di unwrapping

Figura 14
Immagine del reperto esistente

Figura 15
Realtà aumentata sovrapposta all'immagine del
repero

e l'integrazione virtuale. La semitrasparenza è resa possibile poiché il programma utilizzato AR Media per 3D Studio, consente di variare alcuni parametri dell'editor dei materiali del modello che si costruisce per la visualizzazione in AR.

Nel caso del modello del Tempio di Castore e Polluce si è scelto un materiale astratto, che ricorda il plexi-glass, in quanto si vuole porre l'attenzione sul rapporto formale tra il rudere e la parte diruta, ricostruita digitalmente, ma, volendo, si potrebbe proporre il materiale originario del manufatto.

La possibilità di riprodurre l'aspetto cromatico è visibile, d'altronde, nella ricostruzione del Skyphos, in cui, oltre alla ricostruzione morfologica, si è posta molta attenzione alla ricostruzione dell'apparato decorativo.

3.3 Conclusioni

Applicazioni simili sono già in fase di sperimentazione ed applicazione. Al Salone del Restauro del 2012 di Ferrara sono state proposte delle applicazioni in AR molto interessanti, che, grazie a dispositivi di uso comune come gli smartphone consentivano al fruitore di sovrapporre informazioni e video all'oggetto osservato.

All'Augmented Worlds Expo 2013 di Santa Clara, in California, è stato presentato un programma di nuova generazione che consente la visualizzazione di parti mancanti di edifici storici.

Di esempi se ne potrebbero fare a decine, visto che in questi ultimissimi anni l'applicazione dell'AR ai beni culturali, architettonici, artistici, ecc. sta avendo una diffusione esponenziale, per vari motivi: innanzi tutto l'impatto sul visitatore è molto forte, perché veder comparire qualcosa che non esiste ha una componente quasi "magica" che stupisce non solo i più piccoli; la possibilità di visualizzare informazioni aggiuntive rende la fruizione del bene più completa e ricca; l'offerta di questa possibilità ai visitatori i siti museali o archeologici comincia ad essere considerata una modalità per attrarre visitatori e, dunque, può avere anche un valore economico che non va assolutamente trascurato, soprattutto in un periodo in cui l'erogazione di fondi pubblici per il settore dei Beni Culturali è, da anni, in sofferenza.

Il presente studio, pertanto, si inserisce in questo filone di applicazione, e, in questo caso, integrazione di tecniche innovative per la fruizione di beni archeologici. (Da 2.2 a 3.3 autore Fabrizio Avella)

Note

¹ La nuvola di punti è stata realizzata dalla ditta GEOGRA con scanner laser a tempo di volo.

² Il modello digitale dello stato di fatto è stato realizzato da Giuseppe Dalli Cardillo, per la Tesi di Dottorato di Ricerca Sistemi di rappresentazione ed anastilosi virtuale del tempio di Castore e Polluce di Agrigento, dicembre 2010, per il Dottorato in Scienze del Rilievo e della Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente Icar/17.

³ Il modello fisico è stato stampato con la Zcorp 450 in dotazione del laboratorio di prototipazione rapida del Liceo Artistico Statale "V. Ragusa e O. Kiyohara".

List of References

- [1] ANDERSON, Chris, *Makers: il ritorno dei produttori per una nuova rivoluzione industriale*, Padova: Rizzoli Etas, 2013
- [2] COMMUNICATION STRATEGIES LAB, a cura di, *Realtà Aumentate. Esperienze, strategie e contenuti per l'Augmented Reality*, Milano: Apogeo 2012
- [3] CERINOTTI, Angela, *Atlante dei miti dell'antica Grecia e di Roma antica*, Milano: Giunti Editori, 2003
- [4] DI BARI V., Magrassi P., *2015 week-end nel futuro: viaggio nelle tecnologie che stanno per cambiare la nostra vita*, "Il Sole 24 Ore", Milano 2005
- [5] DI ROCCO, Emilia, *Io Tiresia: metamorfosi di un profeta*, Milano: Hoepli, 2007
- [6] FRASCHILLA, Antonio, *I beni culturali*, in "La Repubblica" pagg. VI e VII, edizione di Palermo del 23 settembre 2012
- [7] MALDONADO Tomas, *Reale e virtuale*, Milano: Feltrinelli, 1992
- [8] ISLER, Hans Peter, SPATAFORA, Francesca, *Monte Iato: guida breve*, Palermo "Assessorato dei Beni Culturali, Ambientali e della Pubblica Istruzione", 2004
- [9] <http://www.itabc.cnr.it/it/home/1>
- [10] <https://rapidform.zendesk.com/home>
- [11] <http://www.menci.com/software-photogrammetry-company-info/software-photogrammetry-company-info/94-company-info/old-products/456-zscan>
- [12] <http://www.rhino3d.com/it/>
- [13] <http://pixologic.com/sculptris/>
- [14] <http://www.blender.it/index.php/articles.html>
- [15] <http://gimpitalia.it/>
- [16] <http://www.youtube.com/watch?v=MhsWHH1PYUQ>
- [17] <http://www.linkedin.com/company/gcode-s-r-l-/g-museum-realt-aumentata-per-i-beni-culturali-840979/product>
- [18] <http://www.linkedin.com/company/gcode-s-r-l-/g-museum-realt-aumentata-per-i-beni-culturali-840979/product>

L'interazione che si sviluppa oggi fra modello digitale e modello fisico dell'architettura costituisce un aspetto innovativo del progetto, molto peculiare e tuttora poco esplicitato.

Il trasferimento delle tecniche industriali di prototipazione rapida alla realizzazione dei modelli fisici dell'architettura ha portato alla creazione di un legame diretto fra il progetto disegnato e il modello fisico, che non resta più confinato nell'ambito strettamente artigianale realizzato da "abili mani", come afferma Vitruvio, ma diventa, oltre che strumento di figurazione plastica dell'architettura, anche metodo di progettazione, fortemente correlato con le fasi di sviluppo intellettuale e scientifico.

Con la modellazione fisica 3d oggi si supera la dicotomia fra progetto e modello fisico, si crea un processo iterativo fra design e figurazione plastica che si integrano fra loro nel processo decisionale e produttivo dell'architettura.

Questa realtà interessa ormai tutti i momenti di sviluppo del progetto, costituisce il tema generale del volume che si articola su tre ambiti:

1. *Description modeling*

La conoscenza analitica dell'esistente, trasferita al modello fisico, offre contributi progettuali a diversi livelli, dalla predisposizione del contesto ambientale nel quale inserire un nuovo progetto, alla ricostruzione simulata di parti di edifici storici andate perdute, al reverse modeling.

2. *Concept modeling*

La rapidità di esecuzione del modello fisico costituisce un ausilio notevole al progetto che può essere ripetutamente verificato sia nella fase di ideazione e di ingegnerizzazione, sia in quella di costruzione, in modalità strettamente legata ai disegni digitali del progetto.

3. *Construction modeling*

Un'applicazione già in atto e in rapida diffusione è quella che viene chiamata produzione digitale degli elementi costruttivi in edilizia. Si tratta dei componenti che vengono realizzati in officina non più in serie e con caratteristiche morfologiche uniformi, ma secondo forme e misure realizzate su disegno, applicando processi di lavorazione cad-cam che sono oggi più facilmente accessibili alla produzione industriale.