

COLLANA
3D MODELING & BIM

MODELLI E SOLUZIONI PER LA DIGITALIZZAZIONE

A CURA DI TOMMASO EMLER
E ALEXANDRA FUSINETTI

DIPARTIMENTO DI STORIA
DISEGNO E RESTAURO
DELL'ARCHITETTURA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

ISBN 978.88.496.1942.3

Copyright 2019

DEI s.r.l. TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

Roma, via Nomentana, 16 - 00161 Roma

Tel. 06.4416371 (r.a.) - Fax 06.4403307

Email dei@build.it

URL <http://www.build.it/>

Credit immagine di copertina: Marco Carpicci

A cura di **Tommaso Emler,**
Alexandra Fusinetti

3D MODELING & BIM

Modelli e soluzioni per la digitalizzazione

Il volume raccoglie i contributi, dei relatori e degli studiosi, pervenuti in occasione del Workshop 3DModeling&BIM. Modelli e soluzioni per la digitalizzazione, che si è svolto a Roma, Facoltà di Architettura - Sapienza Università di Roma, il 10 e 11 Aprile 2019.

La valutazione dei contributi pubblicati è avvenuta con la modalità del double blind review.

This book collects contributions, of speakers and scholars, received during the Workshop 3Dmodeling & BIM. Models and solutions for digitalization, which took place in Rome, Faculty of Architecture - Sapienza University of Rome, on the 10th and 11th of April 2019.

Contributions are printed under double blind review mode.

Organizing Committee

Director

- Tommaso Empler

Scientific Coordinator 3D Modeling

- Fabio Quici

Scientific Coordinator BIM

- Francesco Ruperto

Scientific Coordinator HBIM, Data and Semantics

- Graziano Mario Valenti

Coordinator

- Ivan Paduano
- Massimo Babudri
- Marco Capobianchi

General Coordinator

- Alexandra Fusinetti
- Carlo Bianchini
- Michele Calvano
- Andrea Casale
- Emanuela Chiavoni
- Carlo Inglese
- Elena Ippoliti
- Alfonso Ippolito
- Leonardo Paris
- Marta Salvatore
- Leonardo Baglioni

Scientific Committee

- Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Fabio Bianconi, Università di Perugia (Italy)
- Cecilia Maria Bolognesi, Politecnico di Milano (Italy)
- Stefano Brusaporci, Università dell'Aquila (Italy)
- Marco Capobianchi, Ordine degli Architetti P.P.C. di Roma e Provincia (Italy)
- Michele Calvano, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Roberto de Rubertis, XY Digitale (Italy)
- Tommaso Empler, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Marco Filippucci, Università di Perugia (Italy)
- Donatella Fiorani, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Elena Gigliarelli, itabc-CNR (Italy)
- Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Massimiliano Lo Turco, Politecnico di Torino (Italy)
- Giovanna Massari, Università di Trento (Italy)
- Anna Osello, Politecnico di Torino (Italy)
- Ivan Paduano, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Leonardo Paris, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Sandro Parrinello, Università di Pavia (Italy)
- Fabio Quici, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Alberto Raimondi, Università Roma Tre (Italy)
- Manuel Ròdenas, UPCT Universidad Politécnica de Cartagena (Spain)
- Michela Rossi, Politecnico di Milano (Italy)
- Francesco Ruperto, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Livio Sacchi, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti – Pescara (Italy)
- Mario Sacco, BIM Expert (Italy)
- Cettina Santagati, Università di Catania (Italy)
- Alberto Sdegno, Università di Trieste (Italy)
- Graziano Mario Valenti, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Valeria Zacchei, PhD BIM Expert (Italy)

Graphic Design

Layout

- Atelier Crilo, Cristian Farinella, Lorena Greco

Impaginazione

- Axf Grafica & Comunicazione, Alexandra Fusinetti, Francesca Fusinetti

Indice

Summary

INTRODUZIONE

Tommaso Empler

IL BIM PER L'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

Impostazione di un processo collaborativo BIM per il Facility Management

—
BIM-based collaborative process for Facility Management

**Andrea Barbero, Francesca Maria Ugliotti
Matteo Del Giudice**

14

Il modello BIM per la valorizzazione dell'architettura moderna. Il caso Olivetti.

—
BIM model for enhancing modern architecture. Olivetti's case

Sara Conte, Michela Rossi

30

Modellazione parametrica per il retrofitting energetico dell'edilizia esistente: due possibili strategie.

—
Parametric modelling for energy retrofitting of existing building. Two possible strategies

Fabio Luce

46

Curtain wall ed elementi in replicazione. Un processo di gestione in ambiente BIM attraverso le famiglie nidificate.

—
Curtain wall and replicating elements. A management process in BIM environment through nested families.

Andrea Tonin, Piergiorgio Parisi

64

Building Information Analysis. Visualizza i tuoi dati

—
Building Information Analysis. Visualize your data.

Matteo Sarrocco, Andrea Reina Rojas

80

Il BIM e gestione tecnica del costruito

—
BIM and technical management of the built.

Alessandro Sepe, Andrea Tiveron

90

Metodologie BIM per l'analisi energetica

—
BIM methodologies for energy analysis

Alessia Maiolatesi

108

I livelli del BIM: metodologie di rappresentazione per il nuovo nodo di scambio di Amatrice

—
Levels of BIM: methodologic representation for the new exchange node of Amatrice.

Maria Grazia Cianci, Matteo Molinari

128

IL BIM PER LA VALORIZZAZIONE E GESTIONE DEL PATRIMONIO ESISTENTE

La gamifications incontra il BIM. Pudcad: progressi nello sviluppo di un gioco per l'insegnamento dei principi dell'universal design

—
Gamifications meets BIM. Pudcad: advances in development of a games to teach universal design principles

**Giorgio Buratti, Fiammetta Costa,
Michela Rossi**

146

DiGi-DDR-Schools. Processi digitalizzati per la documentazione e riqualificazione dell'edilizia scolastica nell'ex DDR

—
DiGi-GDR-Schools. Digitized processes for documentation and redevelopment of school buildings in the former GDR

**Monica Rossi-Schwarzenbeck, Marina Block
Cristina Vagnozzi, Simone Castellani** **166**

Prime riflessioni sulla rappresentazione e parametrizzazione HBIM dell'apparecchiatura costruttiva storica

—
First steps on HBIM representation and parametrization of historic constructive technologies

**Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza,
Alessandra Tata** **182**

Sapienza e BIM

—
Sapienza and BIM

Giuseppe Paganelli **198**

Il Giardino di Ninfa: un'applicazione BIM per la conservazione dei ruderi

—
The Garden of Ninfa: a BIM application for the conservation of the ruins

**Elena D'Angelo, Federica Marini, Paola Morrone,
Andrea Natalucci, Alessandra Ponzetta** **214**

BIM negli edifici del patrimonio artistico e culturale: un algoritmo in Dynamo per la rappresentazione della variazione di umidità nelle facciate di edifici storici.

—
BIM in heritage buildings: A Dynamo algorithm to represent moisture variation in historic façades

**Danae Phaedra Pocobelli, Jan Boehm, Paul Bryan,
James Still, Josep Grau-Bové** **234**

Il computational design per il patrimonio storico diffuso. Aspetti genotipici e fondamenti teorici

—
Computational design for diffused historical heritage.
Genotypic aspects and theoretical foundations

Maria Laura Rossi

258

L'architettura romana al tempo del BIM

—
Roman architecture in the BIM age

Martina Attenni

276

3D MODELING

Acquisizione della geometria degli edifici con tecnica SFM – un caso studio con diversi software SFM

—
SFM-based building geometry acquisition for BIM-purposes
– a case study with different SFM-Software

Christian Musella, Ulrich Weferling, Holger Evers

294

Acquisizione della geometria degli edifici con tecnica SFM – un caso studio con diversi software SFM

—
Experience of an integrated survey of Fagnoni's school of war air

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

310

Processi digitali per l'edilizia scolastica: esperienze didattiche sperimentali

—
Digital process for school building: experimental educational experience

Sergio Russo Ermolli, Giuliano Galluccio

326

Dal rilievo alla ricostruzione storica. Il caso di Villa Palma-Guazzaroni

—
From survey to historical reconstruction. The case of Villa Palma-Guazzaroni

Marco Carpiceci, Marco Angelosanti

342

**Il possibile ruolo dell'università nella rivoluzione BIM.
Esperienze di trasferimento di conoscenze e formazione
nel territorio umbro.**

—
The possible role of the university in BIM revolution.
Transfer experiences of knowledge and training in umbrian
territory.

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Marco Bifulco

358

**Dal set fotografico alla visualizzazione 3D
Modellazione delle sorgenti luminose in ambiente
informatico e relazioni con la fotografia**

—
Lorena Greco

380

**Questioni di stile. Le relazioni tra fotografia, cinema e CG
film nell'ambito della visualizzazione 3D**

—
Style issues. The relationships between photography, cinema
and CG film in the 3D visualization

Christian Farinella

400

Responsive skin: la forma architettonica come variabile

—
Responsive skin: the architectural form as a variable

**Massimiliano Lo Turco, Michele Calvano, Michela Barosio,
Francesca Thiebat, Gabriele Piccablotto, Rossella Taraglio,
Valerio R.M. Lo Verso, Andrea Tomalini**

420

—
Digital experience for the enhancement of cultural heritage. VR
and AR models of the Valentin im Viertel farmhouse.

**Alessandro Luigini, Stefano Brusaporci, Alessandro
Basso, Starlight Vattano, Pamela Maiezza, Ilaria Trizio,
Alessandra Tata**

440

Esperienza digitale per la valorizzazione del patrimonio culturale. Modelli VR e AR del maso Valentin im Viertel.

Digital experience for the enhancement of cultural heritage. VR and AR models of the Valentin im Viertel farmhouse.

AUTHORS

Alessandro Luigini¹
Stefano Brusaporci²
Alessandro Basso¹
Starlight Vattano¹
Pamela Maiezza²
Ilaria Trizio²
Alessandra Tata²

¹Free University of Bozen, Faculty of Education

²University of L'Aquila, DICEAA - Department of Civil, Construction-Architectural and Environmental Engineering

EMAIL

alessandro.luigini@unibz.it

KEYWORDS

Modellazione digitale, realtà virtuale, realtà aumentata, museo virtuale, patrimonio architettonico.

Digital modeling, virtual reality, augmented reality, virtual museum, architectural heritage

ABSTRACT

Il saggio affronta lo studio del maso Valentim im Viertel attraverso la realizzazione del modello digitale utilizzato come strumento per la conoscenza dell'architettura della tradizione del Sud Tirolo. La metodologia adottata si basa sull'acquisizione dei dati rielaborati attraverso modelli VR e AR per la valorizzazione del patrimonio.

This study deals with development of the farmhouse Valentim im Viertel digital model used as a tool for the knowledge of the South Tyrol traditional architecture. The methodological approach shows the acquisition of data and the use of VR and AR models for the enhancement of the cultural heritage.

Introduzione

Il ruolo che il patrimonio culturale ricopre nella valorizzazione di un territorio culturalmente singolare come l'Alto Adige è di primaria importanza. Il patrimonio dei masi che costellano le pendici dolomitiche e disegnano un paesaggio unico, è da decenni posto all'attenzione delle amministrazioni tramite recuperi e ristrutturazioni che consentissero la sopravvivenza di una tipologia di manufatto che rischiava di cadere in disuso.

Questo processo lungi dall'essere completato, è partito ed è stato supportato dalla disponibilità economica e dalla flessibilità amministrativa messa a disposizione della Provincia Autonoma di Bolzano, e grazie ad oltre due decenni di attività, alle volte solo manutentiva, altre volte più significativa ma pur sempre filologica, la quasi totalità dei masi ha riacquisito un assetto compatibile con gli standard della tipologia storica.

Documentare e rendere disponibile questo patrimonio diffuso ha il ruolo di alimentare una moltitudine di interessi – dalla promozione turistica alla sensibilizzazione della società altoatesina alla tutela – capace di supportare le azioni amministrative e penetrare il tessuto sociale con uno specifico complesso valoriale.

In letteratura, sono numerosi i riscontri sul valore di tali politiche, ed in particolare Jenkins (2009) parla di “culture partecipative” che si sviluppano nello spazio comunicativo della Rete con l'obiettivo di favorire l'espressione artistica e l'impegno civico promuovendo un senso di appartenenza. Attraverso l'integrazione dei canali social con i learning management system è possibile connettere dimensioni quali la comunicazione, “il diletto” e l'apprendimento informale in relazione anche all'educazione formale (Manca, 2017). Educare, quindi, al patrimonio, per educare al senso civico e favorire la tutela del patrimonio stesso – sia esso tangibile o intangibile – tramite azioni di ritorno.

Rispetto al quadro descritto, si può pertanto riconoscere come l'avvento dei media digitali e sociali offra un nuovo cambio di paradigma, soprattutto nelle modalità con cui comunichiamo, produciamo contenuti culturali ed «esprimiamo le nostre identità» (Rivoltella 2014). In particolare, se le comunità dialogano con i luoghi dell'arte e del patrimonio attraverso la ricerca, l'osserva-

Introduction

The role that cultural heritage plays in the development of South Tyrol, where Italian, German and Ladin culture intertwine, is remarkable: the uniqueness of this intertwining of cultures makes the recognition of cultural identities even more important - compared to other territories - and their valorization is even more necessary. The heritage of the farmhouses, for example, characterize the Dolomite slopes and draw a unique landscape, and has been brought for decades to the attention of the administrations through recoveries and renovations that would allow the survival of a type of artefact that risked falling into disuse.

This process, far from being completed, started and was supported by the economic accessibility and administrative flexibility made available to the Autonomous Province of Bolzano, and thanks to over two decades of activity, sometimes only maintenance, other times more significant but still always philological, almost all the farms have regained a compatible structure with the standards of the historical typology.

Documenting and making available this widespread heritage has the role of feeding a multitude of interests - from tourism promotion to the awareness of South Tyrolean society to protection - capable of supporting administrative actions and penetrating the social fabric with a specific complex of values.

In literature, there are numerous findings on the value of these policies, and in particular Jenkins (2009) talks about “participatory cultures” that develop in the communication space of the Network with the aim of fostering artistic expression and civic engagement by promoting

zione, simili approcci sono essenziali per avviare un processo conoscitivo con gli oggetti dell'arte e del patrimonio culturale. In tal senso l'oggetto-bene culturale diviene un testo eccezionale capace di combinare e narrare storie e contesti straordinari.

Infatti, uno dei compiti fondamentali della cultura museale – nella forma situata o diffusa, fisica o digitale – e della conservazione dei beni culturali è quello di interrogare gli oggetti ogni volta che le tecnologie consentono di porre nuove domande. Tra queste tecnologie, il riferimento è ai nuovi ambienti digitali che permettono al visitatore, non solo di accedere alle informazioni, ma anche di sperimentare e creare significati originali. Fare esperienza del patrimonio – una esperienza effettivamente formativa – ci consente di definire quell'insieme di relazioni che si instaurano tra il fruitore e il patrimonio stesso e che diventano un attivatore delle dinamiche sociali di tutela.

È un'acquisizione ormai certa quella che definisce l'educazione al patrimonio – che passa necessariamente per una fase esperienziale – «come attività formativa, formale e informale, che mentre educa alla conoscenza e al rispetto dei beni, con l'adozione di comportamenti responsabili, fa del patrimonio l'oggetto concreto di ricerca e interpretazione, adottando la prospettiva della formazione ricorrente e permanente alla cittadinanza attiva e responsabile di tutte le persone» (Bortolotti, Calidoni, Mascheroni, Mattozzi 2008).

A questo significato, sempre l'UNESCO nel 2003, aggiunge un'ulteriore riflessione in cui il patrimonio immateriale è inteso «come l'insieme delle prassi, delle rappresentazioni, delle espressioni, delle conoscenze, del know-how – come pure gli strumenti, gli oggetti, i manufatti e gli spazi culturali associati agli stessi – che le comunità, i gruppi e, in alcuni casi, gli individui riconoscono in quanto parte del loro patrimonio culturale. Questo patrimonio immateriale, trasmesso di generazione in generazione, è costantemente ricreato dalle comunità e dai gruppi in risposta al loro ambiente, alla loro interazione con la natura e alla loro storia»¹. Il patrimonio, in tal senso, acquisisce una natura processuale, rappresentato da un insieme di beni in divenire da “rimettere in cir-

.....

1 Per approfondimenti si veda la Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale, Parigi 2003.

a sense of belonging. Through the integration of social channels with the learning management system it is possible to connect dimensions such as communication, “the pleasure” and informal learning in relation also to formal education (Manca, 2017). Educating to the heritage, educating to the civic sense and favoring the protection of the heritage itself - tangible or intangible - through return actions.

With respect to the described framework, we can therefore recognize how the advent of digital and social media offers a new paradigm shift, especially in the ways in which we communicate, we produce cultural contents and “express our identities” (Rivoltella 2014). In particular, if the communities dialogue with the places of art and heritage through research, observation, similar approaches are essential to start a cognitive process with the objects of art and cultural heritage. In this sense, the cultural object-good becomes an exceptional text capable of combining and narrating extraordinary stories and contexts.

In fact, one of the fundamental tasks of museum culture - in the situated or widespread, physical or digital form - and the preservation of cultural heritage is to question objects whenever technologies allow us to ask new questions. Among these technologies, the reference is to the new digital environments that allow the visitor, not only to access information, but also to experiment and create original meanings. Experiencing heritage - a truly formative experience - allows us to define that set of relationships established between the user and the heritage itself which become an activator of the social dynamics of protection.

colo”, ricostruire nei significati e ricollocare in uno spazio sociale di scambio; o ancora una risorsa per riflettere, interrogarsi, ri-conoscersi e esprimersi. Rispetto a questi significati gli ambienti digitali in una prospettiva ecosistemica giocano un ruolo essenziale ridefinendo così la relazione tra arte, patrimonio e comunità.

Sulla base di queste riflessioni abbiamo progettato un museo diffuso che impegna le più attuali tecnologie di rappresentazione e fruizione – realtà virtuale immersiva e realtà aumentata – per la costruzione di una struttura capace di accompagnare sia in remoto che in situ il visitatore nella esperienza di conoscenza.

Nel contributo sarà presentato l’approccio metodologico, il workflow che dalla acquisizione dei dati porta alla fruizione dei modelli in VR e AR, la presentazione di un caso studio (il Maso Valentin im Viertel) e alcune sintetiche conclusioni.

Strategie di Interpretazione e Presentazione per la valorizzazione dei beni culturali

La ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites (2008) prende le mosse dal principio secondo il quale la “comunicazione pubblica” è parte essenziale del più vasto processo di conservazione, fondato sul principio che ogni atto di conservazione è per sua natura un atto comunicativo (p. 2). Conseguentemente, la Carta offre le seguenti definizioni:

- Interpretation: “refers to the full range of potential activities intended to heighten public awareness and enhance understanding of cultural heritage site. These can include print and electronic publications, public lectures, on-site and directly related off-site installations, educational programmes, community activities, and ongoing research, training, and evaluation of the interpretation process itself.” (p. 4).
- Presentation: “more specifically denotes the carefully planned communication of interpretive content through the arrangement of interpretive information, physical access, and interpretive infrastructure at a cultural heritage site. It can be conveyed through a variety of technical means, including, yet not requiring, such elements as informational panels, museum-type

It is now a certain acquisition that defines heritage education - which necessarily passes through an experiential phase - «as a formative, formal and informal activity, which while educating in knowledge and respect for goods, by adopting responsible behaviors, makes heritage the concrete object of research and interpretation, adopting the perspective of recurrent and permanent training for active and responsible citizenship of all people» (Bortolotti, Calidoni, Mascheroni, Mattozzi 2008).

To this meaning, UNESCO in 2003, adds a further reflection in which the intangible heritage is understood «as the set of practices, representations, expressions, knowledge, know-how - as well as tools, the objects, artifacts and cultural spaces associated with them - that communities, groups and, in some cases, individuals recognize as part of their cultural heritage. This immaterial heritage, transmitted from generation to generation, is constantly recreated by communities and groups in response to their environment, their interaction with nature and their history»¹.

In this sense, the heritage acquires a procedural nature, represented by a set of developing assets to “put back into circulation”, to reconstruct in the meanings and relocate in an exchanging social space. It is also a resource for reflecting, questioning, re-knowing and expressing oneself. Compared to these meanings, digital environments in an ecosystemic perspective play an essential role, thus redefining the relationship between art, heritage and community. On the basis of these reflections we have designed a widespread museum that en-

¹ See Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale, Parigi 2003.

displays, formalized walking tours, lectures and guided tours, and multimedia applications and websites.” (p. 4).

In relazione a tali definizioni, la Carta declina sette principi sui quali fondare le azioni di interpretazione e Presentazione:

- Principle 1: Access and Understanding: Interpretation and presentation programmes should facilitate physical and intellectual access by the public to cultural heritage sites;
- Principle 2: Information Sources: Interpretation and presentation should be based on evidence gathered through accepted scientific and scholarly methods as well as from living cultural traditions;
- Principle 3: Attention to Setting and Context: The Interpretation and Presentation of cultural heritage sites should relate to their wider social, cultural, historical, and natural contexts and settings;
- Principle 4: Preservation of Authenticity: The Interpretation and presentation of cultural heritage sites must respect the basic tenets of authenticity in the spirit of the Nara Document (1994);
- Principle 5: Planning for Sustainability: The interpretation plan for a cultural heritage site must be sensitive to its natural and cultural environment, with social, financial, and environmental sustainability among its central goals;
- Principle 6: Concern for Inclusiveness: The Interpretation and Presentation of cultural heritage sites must be the result of meaningful collaboration between heritage professionals, host and associated communities, and other stakeholders;
- Principle 7: Importance of Research, Training, and Evaluation: Continuing research, training, and evaluation are essential components of the interpretation of a cultural heritage site.

Conferimento al concetto di Interpretazione, l'Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance (The Burra Charter, 2013), definisce: “1.17 Interpretation means all the ways of presenting the cultural significance of a Place” (p.3). E le “Practice Note_ Interpretation” allegata alla stessa The Burra Charter, espressamente dedicate all'interpretazione, sottolinea l'importanza di condurre catalogazioni, definire gli interlocutori, svilup-

gages the most current technologies of representation and fruition - immersive virtual reality and augmented reality - for the construction of a structure capable of accompanying the visitor in the experience of knowledge both remotely and in situ. The contribution will be presented the methodological approach, the workflow that from the acquisition of data leads to the use of models in VR and AR, the presentation of a case study (the Farmhouse Valentin im Viertel) and some synthetic conclusions.

Interpretation and Presentation Strategies for the enhancement of cultural heritage

The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites (2008) roots on the principle that the “public communication” is an essential part for a conservation process, because by its nature each act for conservation is fundamentally a communicative act (p. 2). Consequently, The Charter presents the following definitions:

- Interpretation: “refers to the full range of potential activities intended to heighten public awareness and enhance understanding of cultural heritage site. These can include print and electronic publications, public lectures, on-site and directly related off-site installations, educational programs, community activities, and ongoing research, training, and evaluation of the interpretation process itself.” (p.4).

- Presentation: “more specifically denotes the carefully planned communication of interpretive content through the arrangement of interpretive information, physical access, and

pare politiche per l'interpretazione, definire concetti interpretativi chiave, stabilire metodi e tecniche per l'interpretazione, implementare sistematicamente le procedure (p. 4-6). Interpretazione e Presentazione sono sostanzialmente concetti che rinviano ad una partecipazione pubblica, che richiedono il coinvolgimento attivo degli utenti e degli abitanti, dove la conoscenza e le azioni di conservazione derivano dal connubio tra la sfera autoriale delle istituzioni e il contributo partecipativo degli abitanti e di tutta la comunità.

Caratteristiche dei modelli e visualizzazioni per i beni culturali

La modellazione e la visualizzazione del patrimonio architettonico costituiscono un potente strumento per la conoscenza e la comunicazione delle caratteristiche e dei valori dei beni culturali.

Grazie, infatti, ad una fruizione facilitata delle informazioni eterogenee – di tipo geometrico e non – che costituiscono il fondamento della visualizzazione digitale, la rappresentazione tridimensionale favorisce la conoscenza del manufatto architettonico.

In particolare, la visualizzazione di edifici e spazi urbani costruiti (modelli restitutivi) o di realtà architettoniche non più esistenti, in quanto appartenenti ad una fase storica precedente, oppure mai esistite, perché frutto di un'intenzione progettuale mai concretizzatasi (modelli ricostruttivi), offre l'opportunità di comprendere in maniera più diretta ed efficace i valori storici ed artistici dell'oggetto di studio.

I modelli per la visualizzazione digitale del patrimonio possono essere riconducibili a tipologie differenti: rappresentazioni numeriche, rappresentazioni matematiche, modelli BIM (Building Information Modeling), panorami sferici, etc. L'adozione di uno specifico sistema di modellazione è dettata dalle caratteristiche della visualizzazione digitale che si sta sviluppando.

Nello specifico, la scelta del tipo di modello deve essere frutto di una valutazione critica che tenga in considerazione gli obiettivi della rappresentazione (es. la documentazione di un edificio storico oppure la ricostruzione digitale di un'architettura solo disegnata), le peculiarità dell'oggetto di studio (es. resti archeologici, chiese ba-

interpretive infrastructure at a cultural heritage site. It can be conveyed through a variety of technical means, including, yet not requiring, such elements as informational panels, museum-type displays, formalized walking tours, lectures and guided tours, and multimedia applications and websites.” (p. 4).

According to these definitions, The Charter develops seven principles on which found interpretation and presentation strategies:

- *Principle 1: Access and Understanding: Interpretation and presentation programmes should facilitate physical and intellectual access by the public to cultural heritage sites*
- *Principle 2: Information Sources: Interpretation and presentation should be based on evidence gathered through accepted scientific and scholarly methods as well as from living cultural traditions*
- *Principle 3: Attention to Setting and Context: The Interpretation and Presentation of cultural heritage sites should relate to their wider social, cultural, historical, and natural contexts and settings*
- *Principle 4: Preservation of Authenticity: The Interpretation and presentation of cultural heritage sites must respect the basic tenets of authenticity in the spirit of the Nara Document (1994).*
- *Principle 5: Planning for Sustainability: The interpretation plan for a cultural heritage site must be sensitive to its natural and cultural environment, with social, financial, and environmental sustainability among its central goals*
- *Principle 6: Concern for Inclusiveness: The Interpretation and Presentation of*

rocche, edifici razionalisti, etc.) e il livello di dettaglio del modello (es. dettaglio elevato della rappresentazione finalizzata alla conservazione o al restauro del bene, oppure un dettaglio inferiore di una ricostruzione digitale di una fase storica precedente).

Sulla base di tale valutazione critica, si adatterà un tipo di rappresentazione piuttosto che un altro, scegliendo quello che, in considerazione delle proprie caratteristiche e potenzialità, risponde meglio alle esigenze del caso in esame.

I modelli matematici, ad esempio, permettendo una descrizione continua delle superfici architettoniche, sono particolarmente utili per la rappresentazione di configurazioni storiche andate perdute nel corso dei secoli o mai realizzate, ricostruite sulla base dell'analisi dei documenti archivistici e del rilievo dello stato attuale. Le superfici NURBS (Non Uniform Rational Basis-Splines), in particolare, grazie alla loro capacità di rappresentare forme geometriche anche estremamente complesse, sono particolarmente indicate nella modellazione di edifici caratterizzati da elementi architettonici fortemente articolati ed irregolari (Brumana, 2018).

Viceversa, i sistemi di informazioni gestiti in uno spazio grafico tridimensionale, come le piattaforme 3D GIS (Trizio, 2018) e BIM, offrono la possibilità di documentare il manufatto architettonico attraverso un archivio interattivo ed interoperabile, che si spinge oltre l'aspetto puramente geometrico-dimensionale. In particolare, il BIM, attraverso un processo di semantizzazione basato sugli elementi architettonici, consente di rappresentare e documentare l'apparecchiatura costruttiva dell'edificio in maniera diretta e, quindi, più efficace (Bianchini, 2017; Apollonio, 2017).

Nel caso della documentazione e comunicazione di beni architettonici in cui non è possibile riconoscere una matrice geometrica evidente, risulta particolarmente vantaggioso l'utilizzo della modellazione numerica. In presenza di superfici fortemente irregolari o complesse, come quelle caratterizzanti i siti archeologici oppure come quelle dei partiti scultorei, le nuvole di punti o i modelli mesh evitano le difficoltà o la scarsa rappresentatività di un modello di tipo matematico, esito di inevitabili approssimazioni, risultando particolarmente utili alla rappresentazione di tali specifiche tipologie di bene architettonico.

Inoltre, modelli numerici come nuvole di punti o mesh, posso-

cultural heritage sites must be the result of meaningful collaboration between heritage professionals, host and associated communities, and other stakeholders

- *Principle 7: Importance of Research, Training, and Evaluation: Continuing research, training, and evaluation are essential components of the interpretation of a cultural heritage site*

With reference to the concept of Interpretation, The ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance (The Burra Charter, 2013), says: "1.17 Interpretation means all the ways of presenting the cultural significance of a Place" (p.3). Moreover, the "Practice Note_ Interpretation" appended to The Burra Charter underlines the importance of the cataloguing, defining interlocutors, developing policies for the interpretation, defining key interpretative concepts, establishing methods and techniques for the interpretation, systematically implementing procedures (p.4-6). Interpretation and Presentation Interpretazione are substantially concepts related to public participation, and they require an active involvement of people and inhabitants. Because knowledge and conservation strategies rise from the merging between the authoritative sphere of institutions and the participative contribution of the whole population.

Cultural heritage digital models characteristics and visualization

The modeling and visualization of the architectural heritage is a powerful tool for the

no essere impiegati come rappresentazioni di tipo speditivo per la visualizzazione di beni architettonici non accessibili, che, quindi, non risultano fruibili in altra maniera.

Analogamente, i panorami sferici permettono la fruizione di spazi architettonici in una modalità interattiva (sebbene limitata a punti di vista predefiniti), che genera un maggior coinvolgimento dell'osservatore (Calvano e Wahbeh, 2014).

Indipendentemente dalle scelte effettuate in relazione a obiettivi della modellazione, caratteristiche del manufatto e livello di dettaglio desiderato, la visualizzazione digitale del patrimonio architettonico mette in evidenza il suo stretto legame con le fonti delle informazioni su cui è stata basata la ricostruzione digitale (The London Charter, 2009; Brusaporci, 2017; Maiezza, 2019). In altre parole, il tema della Trasparenza della visualizzazione digitale assume un ruolo centrale in tutte le rappresentazioni virtuali riguardanti i beni architettonici.

Il maso Valentin im Viertel. Configurazioni digitali per la conoscenza del patrimonio

Il maso Valentin im Viertel rientra nella categoria nota come Haufenhof, si tratta di un'aggregazione di più edifici atti a rispondere a diverse funzioni. È possibile infatti individuare gli spazi adibiti all'agricoltura (Gemüsegarten), il fabbricato rurale (Feuerhaus) e la casa di abitazione (Futterhaus). Questa differenziazione tra destinazioni d'uso, rispondente al modello insediativo del territorio del sudtirolo, prevede diverse possibilità di orientamento e collocazione dei volumi tra loro, in relazione alle condizioni climatiche, morfologiche e paesaggistiche del sito. Oltre a mostrare il lato del timpano verso valle, il fabbricato rurale viene collocato in una posizione antistante rispetto all'edificio adibito ad abitazione che viene quindi schermato dal vento.

I primi due livelli della Feuerhaus risalgono al XVI secolo, mentre l'ultimo livello fu aggiunto nel XVII secolo; parti della pittura murale hanno subito dei rifacimenti nel 1925, come anche la Stube dell'edificio, nel 1933. Il maso si inserisce in un contesto morfologico caratterizzato da un dislivello di 2,74 m che inter-

knowledge and communication of cultural heritage characteristics and values.

In fact, thanks to the possibility of an easy and smart use of heterogeneous information, the three - dimensional representation favors the knowledge and understanding of architectural artifacts.

In particular, the visualization of real buildings and urban spaces constructed (restitutive models) and of non-more existing ones (re-constructive models) – because never built or modified during time – gives the opportunity to understand the historical and artistic values in a more direct and effective way.

From a computer science point of view, models for heritage digital visualization can be traced back to different types: numerical representations (point clouds and mesh models), mathematical representations (CSG and NURBS models), BIM (Building Information Modeling) models, spherical panoramas, etc.

The using one type of modeling rather than another is related to the characteristics of the digital visualization that the scholar aims to realize. Specifically, the choice of the type of model must be the result of a critical evaluation that takes into account the objectives of the representation (for example the documentation of a historic building or the digital reconstruction of an architecture only designed and not realized), the peculiar characteristics of the case study (for example an archaeological ruin, or a baroque church, or a modern building, etc.), and the level of detail of the model (for example a high detail of the representation is required in case of conservation or restoration, or a lower detail for a digital reconstruction of a previous historical phase for

Fig.1 Vista prospettica del maso Valentin im Viertel.

Fig.1 Perspective view and render façade of the farmhouse Valentin im Viertel digital model.



viene sulla configurazione volumetrica dell'edificio su tre livelli: un seminterrato con accesso indipendente rispetto agli altri due livelli e un primo piano accessibile attraverso una scala esterna. L'ultimo livello, quello corrispondente al sottotetto, è collegato con gli ambienti principali della casa attraverso una piccola scala in legno. L'accesso al maso è ottenuto da una scala esterna in pietra e legno. Il corridoio dell'ingresso voltato a botte collega la cucina (Kuchl), anch'essa caratterizzata da una volta a botte e un antico camino al centro della volta. Attraverso una rampa di scale in legno, collocata lateralmente, rispetto al corridoio si giunge alla soffitta in legno.

Nel seminterrato vengono collocati i locali delle cantine per la produzione del vino, la conservazione dello speck e la stalla per le capre, con accesso indipendente, mentre il primo piano della Feuerhaus è caratterizzato dagli spazi adibiti alle principali attività quotidiane, a sinistra del corridoio la sala da pranzo (labenkammer) e la zona giorno (stubenkammer), direttamente collegata con la stube, cioè l'unico ambiente riscaldato dalla stufa (Fig. 1). Per sfruttare la maggiore quantità di luce solare e di calore negli ambienti interni, come spesso accade in altri masi, la stube risulta essere disposta a sud; si tratta dell'ambiente in cui si svolgeva la vita dopo le attività agricole e il lavoro nella stalla. La stufa in muratura occupa una grande parte della Stubenkammer e risulta caratterizzata da un altro elemento che connota generalmente questi ambienti, l'Eckbank, un banco di legno disposto ad angolo lungo le pareti della stufa. La disposizione di questo arredo, che

which there are limited documents). On the basis of this critical evaluation, one type of representation will be adopted rather than another, choosing the one that, in consideration of its characteristics and potential, responds better to the needs of the case in question.

For example, mathematical models, allowing a continuous description of architectural surfaces, are useful for the representation of architectural configurations, also if they have been lost over the centuries or never realized, reconstructed on the basis of the analysis of archival documents and the survey of the current state. In particular, the NURBS surfaces (Non-uniform Rational Basis-Splines), thanks to their ability to represent even extremely complex geometric shapes, are particularly indicated in the modeling of buildings characterized by strongly articulated and irregular architectural elements (Brumana, 2018).

On the contrary, information systems managed in a three-dimensional graphic space, such as 3D GIS platforms (Trizio, 2018) and BIM, offers the possibility of documenting the architectural structure through an interactive and interoperable archive, which goes beyond the

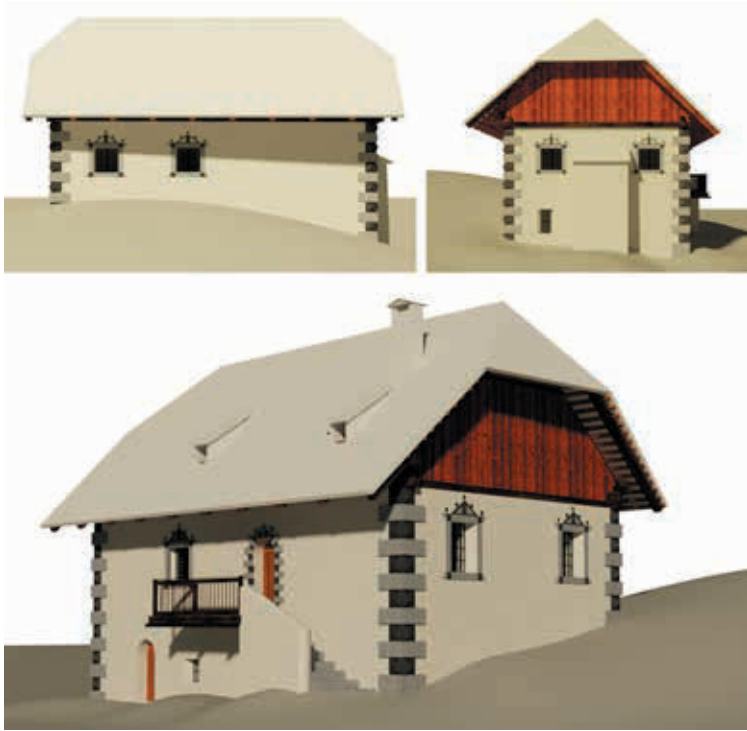


Fig.2 Vista prospettica del modello digitale attraverso il quale è possibile osservare il trattamento materico dell'involucro esterno.

Fig.2 Perspective view and render façade of the farmhouse Valentin im Viertel digital model.

diventa parte integrante del soggiorno, veniva pensata in risposta alla necessità di fruire di maggiore luce durante il giorno all'interno della stube e alla collocazione di un tavolo posizionato in relazione alla disposizione delle finestre.

La suddivisione funzionale interna, come avviene generalmente nella tipologia del maso, risulta chiaramente leggibile anche attraverso il trattamento materico dell'involucro esterno; i livelli, infatti, differiscono tra loro per l'utilizzo della muratura, in corrispondenza dei primi due livelli e del legno come rivestimento del timpano nel terzo livello (Fig. 2). Il cambiamento di materiale viene rimarcato dall'utilizzo di un elemento rompitratta in legno lungo tutto il perimetro della muratura.

A differenza dei masi in cui la trama dell'orditura in legno costituisce l'apparato decorativo, nel maso Valentin im Viertel la tecnica adottata risponde alla funzione di chiusura dell'ultimo livello demandando quella decorativa ai motivi geometrici bicromi in corrispondenza delle aperture. Gli angoli dell'edificio sono decorati con un bugnato in blocchi grigi e neri, mentre le decorazioni bicrome delle porte d'ingresso seguono lo sviluppo dell'arco a tutto sesto (Fig. 3). Sul lato esterno delle finestre i ritmi alternati a geometria regolare dell'apparato decorativo, in corrispondenza del concio centrale del timpano, mostrano il disegno di un albero che simboleggia la vita.

La forma del tetto, il rapporto tra l'edificio e la pendenza del versante, insieme al sistema costruttivo della copertura, ad arcarecci su travi inclinate, oltre a garantire una maggiore integrazione del maso con il paesaggio, rappresentano elementi

purely geometric-dimensional aspect. The BIM, through a process of semantization based on the architectural elements, allows representing and documenting the construction system of the building in a direct and, therefore, more effective way (Bianchini, 2017; Apollonio, 2017).

In the case of documentation and communication of architectural heritage in which it is not possible to recognize a clear geometric matrix, the use of numerical modeling is particularly advantageous. In case of irregular or complex surfaces, such as those characterizing the archaeological sites or those of the sculptural parties, point clouds or mesh models avoid the difficulties or the lack of representativeness of a mathematical model, with the result of unavoidable approximations. Moreover, they can be used for a simplified visualization of heritage.

The spherical panoramas allow the use of architectural spaces in an interactive mode (although limited to predefined points of view), which generates a greater involvement of the observer (Calvano e Wahbeh, 2014). Regardless of the choices made (carried out in relation to the objectives of the modeling, to the characteristics of the artifact and to the level of detail), for the digital visualization of architectural heritage it is necessary to take in account the link with the sources of information on which digital reconstruction has been based (The London Charter, 2009; Brusaporci, 2017; Maiezza, 2019;). Because the theme of the transparency of digital visualization plays a central role in all virtual representations concerning architectural heritage, its characteristics and values.

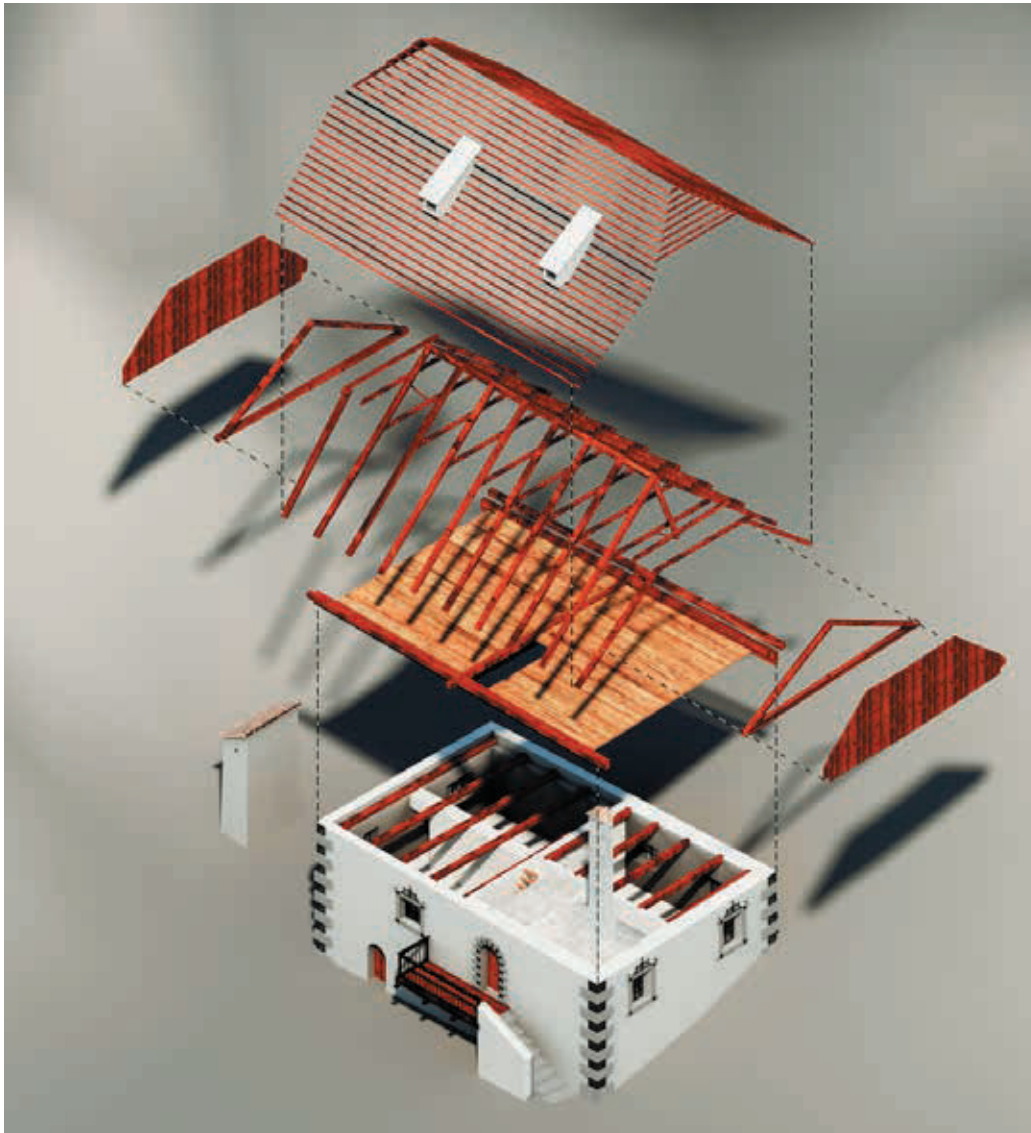


Fig.3 Esploso del modello digitale del maso.

Fig.3 Exploded view of the farmhouse Valentin im Viertel digital model

caratteristici di molte delle valli del sudtirolo, coà come anche il manto di copertura in scandole rintracciabile in molte aree dell'Alto Adige, del Trentino e del Veneto (Fig. 4). Per una lettura integrata e olistica degli elementi costruttivi, della distribuzione funzionale degli spazi interni e della configurazione volumetrica del maso Valentin im Viertel, il disegno digitale amplifica le condizioni esplorative del progetto di tradizione altoatesina.

La modellazione delle parti che costituiscono la struttura, lo spazio interno e le decorazioni esterne della Feuerhaus fornisce una molteplicità di punti di vista dell'oggetto indagato dal generale al particolare, dall'esterno all'interno, attraverso elaborazioni grafiche che restituiscono soltanto alcune delle possibilità conoscitive di questo patrimonio architettonico.

The Valentin im Viertel farmhouse. Digital configurations for the knowledge of heritage

The farmhouse Valentin im Viertel belongs to the typology known as Haufenhof, it is an aggregation of several buildings responding to different functions. In fact, it is possible to identify the agricultural areas (Gemüsegarten), the rural building (Feuerhaus) and the dwelling house (Futterhaus). This differentiation between use destinations, corresponding to the traditional architecture of the South Tyrol territory, provides different possibilities for orientation and position of the volumes among them, in

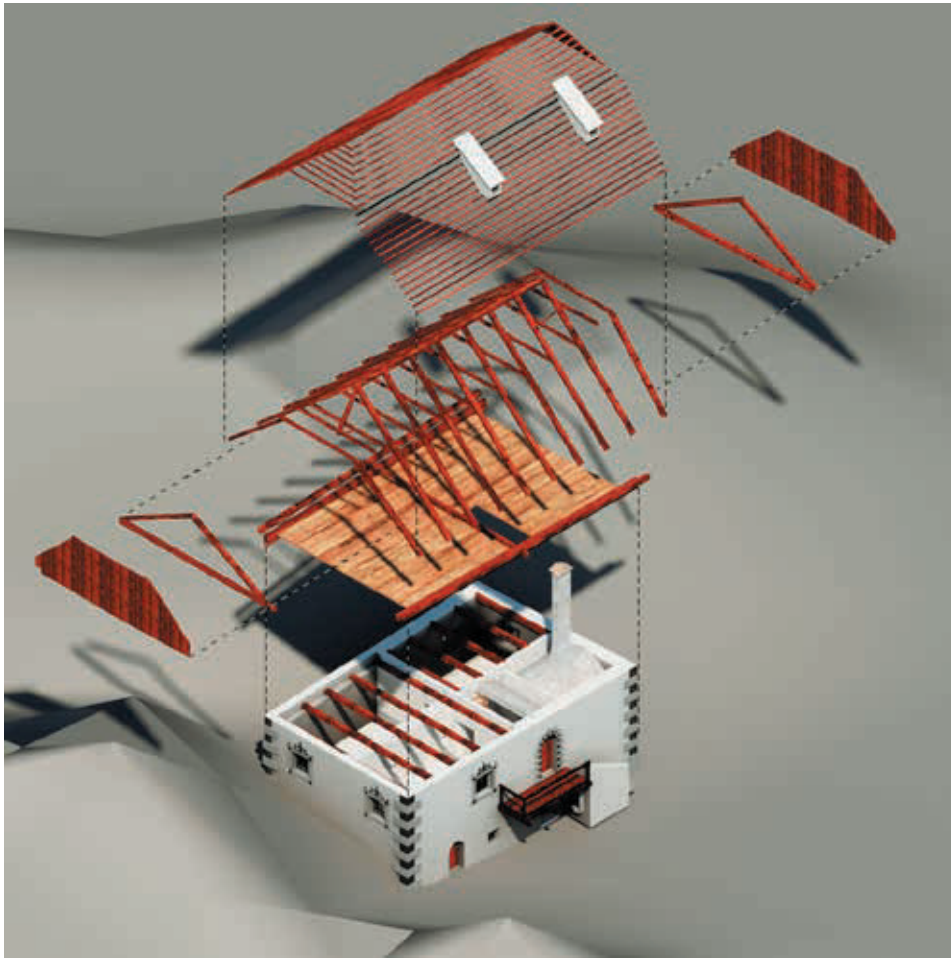


Fig.4 Esploso del modello digitale del maso.

Fig.4 Exploded view of the farmhouse Valentin im Viertel digital model

Applicazione del caso studio: Riconfigurazione 3D per il trasferimento virtuale su piattaforme interattive attraverso pipeline di ottimizzazione.

Il rilievo virtuale, ottenuto attraverso metodologie integrate, come la fotomodellazione o l'acquisizione di dati laser scanner, o basato sullo studio di dati storici, su pregresse indagini e sul contesto culturale in cui si trova l'opera, implica diverse fasi cognitive a supporto della riconfigurazione digitale degli spazi, costituendo la base per una corretta modellazione digitale. (Fig. 5).

Le informazioni metrico-visive nel campo della ricostruzione digitale, e la loro ottimizzazione, sono necessarie sia per processi di automodellazione che per modalità di modellazione manuale, essendo funzionali ad un trasferimento su piattaforme interattive compatibili con i display ottici HMD (head-mounted display). Con l'obiettivo di creare un prototipo di museo virtuale immersivo, dove l'esplorazione è possibile con l'ausilio di headset e controller virtuali, la ricerca si inserisce nell'ambito delle teorie sul digital cloning e sul digital crafting per la migrazione

relation to the site climatic, morphological and landscape conditions. The rural building is placed in front of the Feuerhaus as a device of protection from the wind, in addition the volume for dwelling has the side of the tympanum towards the valley.

The first two levels of the dwelling building date back to the sixteenth century, while the upper level was added in the seventeenth century; parts of the wall paintings underwent readjustments in 1925, as well as the Stubekammer, in 1933.

The farmhouse is placed in a morphological context characterized by a difference in height of 2.74 m element that intervenes on the volumetric configuration of the building on three levels: a basement with independent access to the other two levels and a first floor accessible through an external staircase. The upper level, corresponding to the attic, is connected to the main rooms of the house through

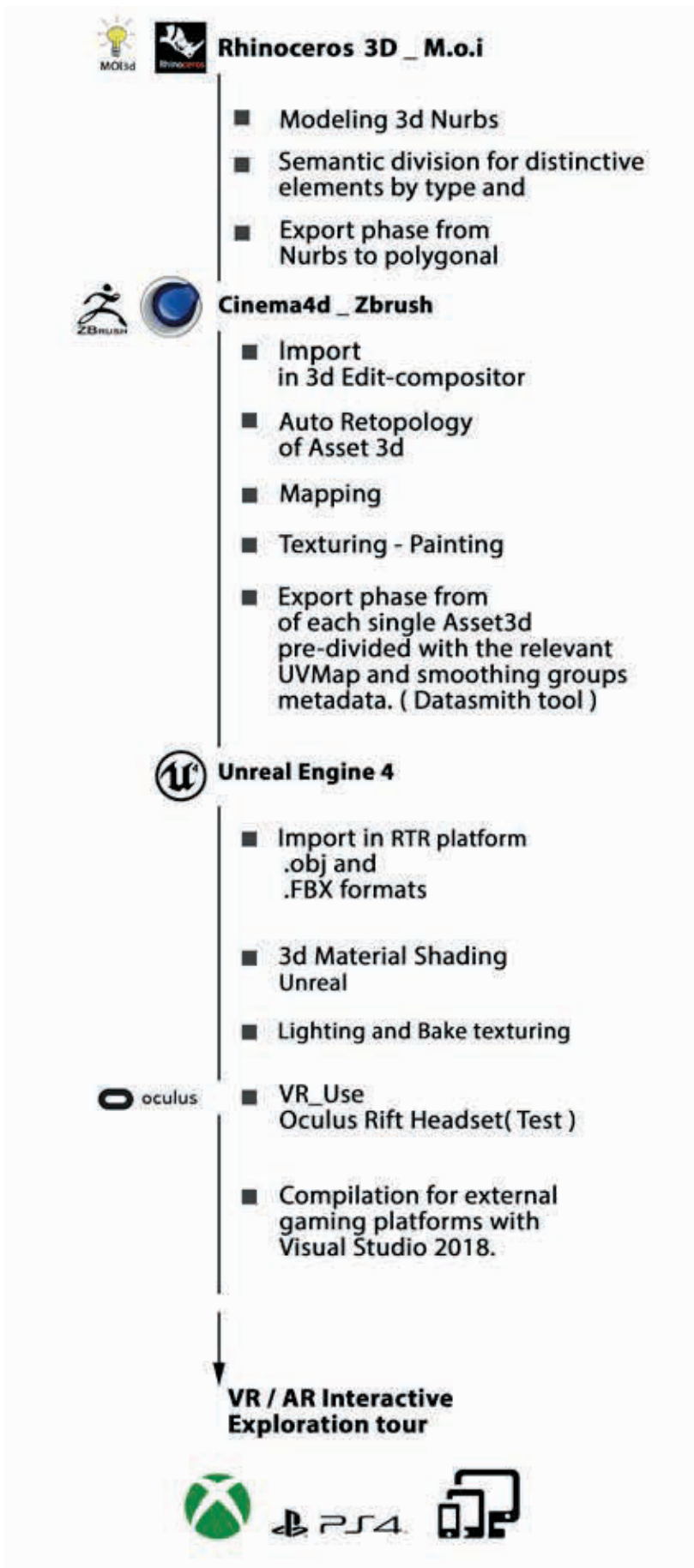


Fig.5 Workflow pipeline optimization of 3d Asset for virtual platform.

Fig.5 Workflow pipeline optimization of 3d Asset for virtual platform

a small wooden staircase. Access to the farmhouse is obtained by an external stone and wood staircase. The corridor of the barrel-vaulted entrance links the kitchen (Kuchl), also characterized by a barrel vault and an ancient fireplace in the middle of the vault. Through wooden stairs, at the side of the corridor, it is possible to reach the wooden attic.

In the basement are placed the spaces for wine production, the storage of speck and the stable for goats, with independent access, while the first floor of the Feuerhaus is characterized by the spaces used for the main daily activities, to the left of the corridor the dining room (labenkammer) and the living area (stubenkammer), directly connected to the Stube, i.e. the only room heated by the stove (Fig. 1).

To exploit the greater amount of sunlight and heat in the interior, as often happens in other farmhouses, the Stube is oriented toward the south; it is the environment in which life took place after agricultural activities and work in the barn. The masonry stove occupies a large part of the Stubenkammer and is characterized by another element that generally connotes these spaces, the Eckbank, a wooden bench arranged at an angle along the sides of the stove. The arrangement of this piece of furniture, which becomes an integral part of the living room, was designed in response to the need for enjoying more sunlight during the day inside the Stubekammer and the placement of a table positioned in relation to the arrangement of the windows.

The internal functional layout, as generally happens in the type of the farmhouse, is clearly revealed also through the material treatment of the external envelope (Fig. 2). The levels, in fact, differ from each other for

Fig.6 Unreal Engine 4. Riconfigurazione digitale del caso studio (riconfigurazione di un Maso) in un ipotetico ambiente montano. Divisioni semantiche.

Fig.6 Unreal Engine 4. Digital reconfiguration of the case study (Maso building) in a hypothesized mountain environment. Semantic divisions.

virtuale, proponendo una riconfigurazione virtuale funzionale alla divulgazione del patrimonio museale attraverso modelli grafico-digitali derivati da alcune ipotesi ricostruttive e indagini documentate, relative ad alcune strutture storiche caratteristiche dell'Alto Adige, i Masi, perseguendo il progetto di un museo virtuale diffuso (Fig. 6).

In relazione ai tempi di esecuzione e al budget, la procedura metodologica ed esecutiva ha quindi previsto la sperimentazione di software a basso costo relativa all'utilizzo di strumenti digitali essenziali per la modellazione poligonale e nurbs in riferimento alla divisione semantica e retopologica automatica, correzione e integrazione di mesh, editing di mappe di profondità finalizzate a generare dettagli architettonici, seguendo un workflow specifico finalizzato ad ottenere modelli 3D adatti al trasferimento virtuale su Unreal Engine 4.21, piattaforma che si presta più facilmente all'utilizzo di visualizzatori ottici passivi portatili, come Samsung Gear VR, o attivi, ma con prestazioni grafiche significativamente più performanti, come il solido sistema Oculus Rift. A questo proposito, è essenziale seguire misure specifiche che servano ad ottimizzare l'asset tridimensionale per renderlo leggero in termini di peso digitale pur apparendo in forma complessa.

La pipeline esecutiva comprende quindi una serie di procedure che avvicinano questa particolare metodologia a quella utilizzata nell'editing dei videogiochi di nuova generazione, dove la grafica e la leggerezza sono essenziali per rendere gli asset 3D sfruttabili su piattaforme interattive, così come lo stesso Unreal Engine, nato come piattaforma per la creazione di videogiochi, e ora utilizzato in operazioni legate ai più diversi professionisti, come Engineering, Medicine, E-Learning e Archaeology, in progetti di progettazione per l'Arte e l'Architettura. Il flusso di lavoro in questione si basa sulla decomposizione semantica di elementi per similarità del materiale o attraverso altri criteri di suddivisione. La semplice procedura permette di seguire una serie di passi senza interruzioni: i modelli digitalizzati sono stati sviluppati in particolare utilizzando Rhinoceros 3d e alcune funzioni di Maxon's Cinema 4d, software in grado di offrire numerosi strumenti per la creazione e la correzione delle mesh, e poi esportati seguendo la divisione semantica degli elementi.

the use of the masonry, in correspondence of the first two levels and of the wood as the covering of the tympanum in the third level. The change of material is emphasized by the use of a wooden breaker element along the entire perimeter of the building.

Unlike the farmhouses where the wood texture corresponds to the decorative apparatus, in the Valentin im Viertel farmhouse the technique adopted responds to the function of envelopment for the upper level, leaving the decorative one to the two-tone geometric motifs featuring the openings. The corners of the building are decorated with an ashlar in gray and black blocks, while the two-tone decorations of the entrance doors follow the development of the round arch (Fig. 3).

On the outside of the windows the rhythms alternated with regular geometry of the decorative apparatus, in correspondence with the central tympanum, show the drawing of a tree that symbolizes life.

The shape of the roof, its construction system with purlins on the rafters and the relationship between the building and the slope of terrain as well as ensuring greater integration of the farm with the landscape, are characteristic elements of the South Tyrol valleys, as well as the shingles roof covering in many areas of Trentino and Veneto regions (Fig. 4). For an integrated and holistic interpretation of the construction elements, the functional distribution of the interior spaces and the volumetric configuration of the Valentin im Viertel farmhouse, the digital drawing amplifies the exploratory conditions of the South Tyrolean design project.

The modeling of the parts that make up



E' importante non modificare l'impostazione delle coordinate spaziali del pivot associato ai modelli per non compromettere la fase di interscambio tra i vari programmi utilizzati. Una possibile fase di mappatura UV e proiezione delle texture fotografiche hd sul modello è stata invece possibile utilizzando Pixologic Zbrush, un famoso software di digital sculpting utilizzato nel cinema e nella grafica, in grado di gestire contemporaneamente milioni di poligoni, fondamentale per un'altra fase, ovvero la ritopologia automatica del modello esportato. La topologia ottenuta attraverso algoritmi di auto-triangolazione durante la transizione dai programmi di modellazione Nurbs verso compositor poligonali (fase di esportazione/meshing), può comportare la gestione di un numero eccessivo di poligoni per essere compatibile con un RTR come Unreal. (Fig. 7) Anche se apparentemente non visibile nei formati di "previz" .obj o .FBX, la triangolazione senza criteri topologici può generare molteplici artefatti visivi nel calcolo delle light maps oltre a superare i limiti consentiti dalle piattaforme RTR in termini di peso byte.

Nel caso studio, dopo una fase di verifica e un adeguato intervento finalizzato ad individuare e colmare eventuali lacune tipologiche, si è quindi proceduto direttamente ad un'adeguata suddivisione in diversi sub-oggetti nella fase di modellazione, distinguendo in diversi strati le parti strutturali e solide dalle diverse parti decorative, e fondendo gli asset associati a materiali con le medesime caratteristiche. Ciò si è reso necessario per bilanciare in modo ottimale la distribuzione dei poligoni in funzione della successiva fase di riprogettazione e ritopologia 3D, dove le parti decorative necessitano di una densità di dettaglio

the structure, interior space and exterior decorations of the Feuerhaus provides a multiplicity of viewpoints of the case study from the general to the particular, from the outside to the inside, through graphic elaborations that return only some of the knowledge possibilities of this architectural heritage.

Case study application: 3d Reconfiguration for virtual transfer on interactive platforms by optimization pipeline

The virtual survey, obtained through integrated methodologies, such as photo modelling or the acquisition of laser scanner data, or based on the study of historical data, on previous surveys and on the cultural context in which the work is located, implies different cognitive phases to support the digital reconfiguration of spaces, forming the basis for proper digital modelling(Fig. 5).

The metric-visual information in the field of digital reconstructive, and their optimization, are necessary both for the processes of self-modelling and for the methods of manual modelling, being functional to a transfer on interactive platforms compatible with optical displays HMD (head-mounted display). With the aim of creating a prototype of an immersive virtual museum, where exploration is



Fig.7 Viste interne.
Complesso sistema capriata
in esplorazione RTR.

Fig.7 Internal views. Complex system of trusses in RTR exploration

più consistente. E' stato utilizzato ZBrush, con funzioni legate alla gestione degli algoritmi Voxel e alla suddivisione poligonale che hanno permesso un'ottimizzazione bilanciata degli asset 3D e la relativa creazione di UV Map corrispondente alla nuova mesh generata.

Il modello 3d è facilmente gestibile dal software in questione mantenendo, dopo la sua trasformazione topologica, la giusta densità poligonale e il relativo livello di dettaglio HD. Prima di questa fase di ritopologia, ogni asset 3d viene duplicato in due versioni identiche, la prima come "oggetto target", dal quale verranno clonate le caratteristiche geometriche di dettaglio, quali gli elementi plastici più complessi, la seconda, interessata da un'operazione di effettiva ritopologia, al fine di ottenere una nuova mesh non più triangolare ma in quod poligonale a 4 vertici, rispettando la distribuzione della forma geometrica attuale, riceve il dettaglio plastico dall'oggetto target. Gli strumenti di ritopologia automatica (plug-in Z-Remesher) rigenerano così ogni asset 3d e sfruttano la clonazione del dettaglio dal primo oggetto target al secondo oggetto ritopologizzato, proiettando il dettaglio geometrico poligonale (Project All). Una volta ottenuti gli oggetti 3d con la nuova mesh quod, è possibile aumentare i livelli di suddivisione in modo non distruttivo, mantenendo così i livelli poligonali inferiori. Questa caratteristica ci permet-

possible with the help of virtual headsets and controllers, the research is part of the theories on digital cloning and digital crafting for virtual migration, proposing a virtual reconfiguration according to the dissemination of museum heritage, through graphic-digital models derived from some reconstructive hypotheses and historical surveys, related to some characteristic historical structures of South Tyrol, the Masi, pursuing the project of a virtual widespread museum(Fig. 6).

In relation to the execution time and budget, the methodological and executive procedure has therefore provided for a low-cost software experimentation related to the use of digital tools essential for polygonal modeling and nurbs under semantic division and automatic retopology, mesh correction and integration, editing of depth maps aimed at generating architectural detail, following a specific workflow aimed at obtaining 3D models suitable for virtual transfer on Unreal Engine 4.21 platform that lends itself more

terà di generare mappe di profondità, dalla mappa normale alla mappa di Bump, Displacement o Vector Displacement, che è il trucco per simulare un dettaglio hd su un modello poligonale a bassa densità che funziona bene nei software interattivi e in tutti gli shader che usano canali di texture, compresa color/Albedo. Tornando a Cinema4D, attraverso un comodo sistema Bridge (GoZ), è consigliabile preparare il modello per la successiva fase di esportazione verso la piattaforma virtuale Unreal Engine. Ancora una volta è importante controllare la direzione della normale sui poligoni della mesh perché, durante le transizioni tra le fasi di editing software e di ritopologia, può accadere che in alcuni casi vengano capovolti, questo porta in RTR a rendere errata la visualizzazione dei poligoni dall'inverso normale, resi invisibili ma soprattutto, durante la cottura della Light Map di Unreal, sono la causa principale di problemi di rendering grafico e di errata illuminazione degli oggetti. I formati digitali più diffusi che permettono una migliore esportazione-importazione finalizzata alla gestione di asset per piattaforme interattive, sono il .obj e l'Autodesk .FBX, che è in grado di preservare tutti i materiali e le texture precedentemente assegnate se non addirittura conservare le possibili posizioni e movimenti della telecamera stabiliti nella scena di riferimento. La gestione di effetti luminosi simulati e la resa fisicamente corretta dei materiali è stata effettuata direttamente in Unreal Engine 4: gli shader BPR imparziali (Fig. 8) non solo utilizzano le mappe Normal e Bump per restituire al modello ottimizzato il dettaglio del modello poligonale originale ad alta risoluzione, ma simulano correttamente il comportamento dei materiali reali, come la trasparenza del marmo o l'opacità della pietra e del legno del modello in questione, mentre gli effetti di luce e ombra vengono impressi direttamente sulle texture, attraverso una procedura che si chiama Texture Baking/Lightmap, definita una sola volta per non dover ricalcolare l'illuminazione dello scenario ad ogni fotogramma durante l'esplorazione interattiva.

In Unreal Engine, Unity o qualsiasi RT Renderer, la fluidità dell'esplorazione non è un aspetto secondario dell'esperienza, perché nella simulazione VR è opportuno avere un frame rate da 30fps fino a 60/80fps, per evitare disorientamento e disturbi. L'utilizzo di questo workflow esecutivo finalizzato alla creazione

easily to the use of portable passive optical viewers, such as Samsung Gear VR, or active, but with significantly improved graphics performance, such as the solid system of viewers Oculus Rift. In this regard, it is essential to follow specific measures that serve to optimize the three-dimensional asset to make it lightweight in terms of digital weight while remaining in a non-simplified form. The executive pipeline therefore includes a series of procedures that bring this particular methodology closer to that used in the editing of new generation video games, where graphics and lightness are essential to make 3D assets exploitable on interactive platforms, as the same Unreal Engine, born as a platform for the creation of video games, and now used in operations related to the most diverse professionals, such as Engineering, Medicine, E-Learning and Archaeology, in projects of Design for Art and Architecture.

The workflow in question is based on the semantic decomposition of elements by material similarity or through other subdivision criteria. The simple procedure allows to follow a series of steps without interruptions: the digitized models have been developed in particular using Rhinoceros 3d and some functions of Maxon's Cinema 4d, software that can offer numerous tools for the creation and correction of the meshes, and then exported following the semantic division of the elements. It is important not to modify the setting of the spatial coordinates of the pivot associated with the models in order not to compromise a phase of mutual exchange between the various programs used. A possible phase of UV re-mapping and projection of the hd photographic textures on the model

di asset 3d ottimizzati per l'esplorazione RTR, ha dato ottimi risultati grafico-visivi, anche se le fasi di compositing di eventi interattivi e gestione della luce, nonostante l'interfaccia tecnica molto chiara ed intuitiva di Unreal Engine 4, risultano ancora complesse mentre il sistema di nodi (Node-System), utilizzato dal programma per gestire mapping, texturing ed interazioni, richiede una basilare padronanza del linguaggio di programmazione ancora non accessibile a tutti. Per quanto riguarda l'implementazione dell'Oculus Rift, il sistema, grazie a sofisticati giroscopi e sensori di movimento riconosciuti in tempo reale dal software, risponde abbastanza bene ai movimenti della testa e all'effettivo posizionamento del cono ottico. In generale, tutto funziona discretamente, sia nella versione di esplorazione desktop che nella versione immersiva con Oculus (Fig. 9). Il passo finale consiste nel comprimere ed esportare il lavoro sulle più comuni piattaforme portatili esterne, compatibili con Windows, Os X e console di gioco, al fine di creare eventualmente un serious game come supporto per il museo virtuale diffuso (Fig. 10).

Modelli per approcci partecipativi

Nell'ambito della presente ricerca, si ritiene opportuno approfondire come i programmi e le applicazioni presenti sul mercato possano fornire utili strumenti per la condivisione e fruizione di modelli e informazioni per approcci partecipativi, anche in relazione a possibili scenari di e-Tourism. Il fine è quello di realizzare un sistema attraverso l'utilizzo di piattaforme interattive e collaborative, che permetta la condivisione delle informazioni e di interattività con gli utenti facilitando la comunicazione bidirezionale ed incoraggiando il dialogo e scambio di informazioni (Capriotti et al.2015).

In particolare, la VR e la AR posso avere impatti significativi sul turismo, nei campi della pianificazione e gestione; dell'intrattenimento; della condivisione della conoscenza, quali potenziali strumenti educativi; dell'accessibilità, permettono di accedere, anche solo virtualmente, a siti in molti casi non accessibili (luoghi troppo lontani, o privati, o precari o semplicemente non più esistenti); della salvaguardia del patrimonio costruito (Guttentag A., 2010).

La scelta del tipo di modellazione e di condivisione dipende

was instead possible using Pixologic Zbrush, a famous digital sculpting software used in cinema and graphic art, able to manage millions of polygons simultaneously, fundamental for another phase, that is the automatic retopology of the exported model. The topology obtained through algorithms of self-triangulation during the transition from Nurbs modelling programs to polygonal compositors (export/meshing phase), may have an excessive number of polygons to be compatible with Unreal. Although apparently not visible in the formats of "previz" .obj o.FBX, triangulation without topological criteria can generate multiple visual artifacts in the calculation of light maps as well as exceeding the limits allowed by the RTR platforms in terms of weight bytes.

In the case study, after a verification phase and an appropriate intervention to identify and fill any typological gaps, we have already proceeded directly in the modelling phase to an appropriate subdivision into different sub-objects, distinguishing in different layers the structural and solid parts from the different decorative parts, and merging the assets with the same material characteristics. This was necessary to optimally balance the distribution of polygons according to the subsequent phase of redesign and 3D retopology, where the decorative parts needed a density of detail more substantial.

ZBrush, with functions related to the management of Voxel algorithms and polygonal subdivision that allowed a balanced optimization of 3D assets and the relative creation of UV Map corresponding to the new mesh generated, was used.



dai fini e dai tipi di utenti: ognuno ha, infatti, il proprio background storico e culturale, le proprie aspettative e i propri interessi. È possibile realizzare e realizzare nuvole di punti, modelli mesh e modelli matematici, condivisibili ognuno con piattaforme apposite, che permettono la navigazione o visualizzazione AR o VR a cui possono essere inserite descrizioni, note informative o hyperlinks.

Per poter, invece, navigare modelli informativi BIM – che contengano al loro interno informazioni storiche, strutturali o relative alla gestione e manutenzione (restauri o consolidamenti effettuati in passato e manutenzioni programmate per il futuro) – la condivisione è possibile attraverso l'utilizzo di visualizzatori BIM, quali ad esempio A360 o BIM360, piattaforme cloud intuitive, tramite cui è possibile condividere on-line modelli BIM realizzati in precedenza. Entrambe permettono agli utenti, nonostante non abbiano conoscenza sul BIM e sui programmi specifici, di navigare facilmente i modelli, selezionare gli elementi ed interrogarli per poter visualizzare tutte le informazioni ad essi collegate. Il vantaggio relativo all'utilizzo di queste due piattaforme è che i modelli condivisi, oltre ad essere facilmente navigabili sia in sito che da remoto, non subiscono perdite di dati: saranno quindi disponibili agli utenti, tutte le informazioni inserite all'interno dei modelli. Inoltre, la possibilità di lasciare commenti e note, permette agli utenti di partecipare in maniera interattiva lasciando review e recensioni che possano aiutare a migliorare il sistema in futuro.

Per una vera e propria esperienza immersiva VR BIM, è possibile utilizzare il visualizzatore Revit Live dell'Autodesk. Attra-

Fig.8 Uso di Unreal BPR shader per il rendering dei materiali interni.

Fig.8 Use of Unreal BPR shader for the rendering of internal materials.

The 3d model is easily managed by the software in question maintaining, after its topological transformation, the right polygonal density and the relative level of HD detail. Before this phase of re-topology, each 3d asset it has been duplicated in two identical versions, the first is identified as a “target object”, from which will be cloned its geometric characteristics of detail, such as the most complex plastic elements, the second, affected by an operation of effective re-topology, in order to obtain a new mesh no longer triangular but in polygonal quod at 4-vertex, respecting the distribution of the actual geometric shape, received the plastic detail from the target object. The auto-retopology tools (Z-Remesher plug-in) thus regenerate



verso l'utilizzo di un visore VR e di un controller, l'utente è libero di esplorare liberamente – senza necessariamente seguire un apposito percorso obbligato, realizzato in precedenza - l'ambiente virtuale BIM creato, o muoversi all'interno del modello seguendo dei punti stabiliti in precedenza durante la creazione del modello. Con l'utilizzo di questo strumento, inoltre, gli utenti possono interrogare gli elementi, semplicemente selezionandoli tramite il controller, e visualizzare le informazioni di sistema – cioè le informazioni costruttive – del modello.

Attraverso l'utilizzo di più modelli ed applicazioni per la condivisione è quindi possibile rendere disponibili, agli utenti, modelli e informazioni derivanti da studi e ricerche archivistiche che permettano la riscoperta, la conoscenza e la valorizzazione del territorio e del suo patrimonio.

each 3d asset and exploit the cloning of detail from the first target object to the second re-topologized object, projecting the geometric polygonal detail (Project All). Once 3d objects have been obtained with the new quod mesh, it is possible to increase the levels of subdivision in a non-destructive manner, thus maintaining the lower polygonal levels. This feature will allow us to generate Depth maps, from Normal map to Bump, Displacement or Vector Displacement map, which is the trick to simulate a detail hd on a low-density polygonal model that runs well in interactive programs and all texture channels, including color/Albedo texture.

Fig.9 Viste esterne del Maso da varie angolazioni durante il tour esplorativo.

Fig.9 External views of the Maso from various angles during the virtual exploratory tour test

Conclusioni

Il progetto del Museo dei Masi del Renon si configura come una occasione per testare l'integrazione delle più attuali tecnologie di rappresentazione e visualizzazione informatica, e di metterle a servizio della crescita di un multimodale processo di valorizzazione.

Gli aspetti che, a seguito delle prime fasi di sperimentazione, necessitano maggiore attenzione, in aggiunta a opportune ottimizzazioni tecnologiche, sono a) l'integrazione con i sistemi di valorizzazione del territorio già attivi e che manifestano un certo livello di eterogeneità; b) la ricerca dell'equilibrio tra la componente contenutistica e quella potenzialmente ludica, per passare dall'entertainment all'edutainment e c) la differenziazione della narrazione nei diversi masi per poter ottenere così una narrazione complessiva che non venga percepita come ripetitiva o a tratti superflua. Questi tre aspetti, seppur distinti dalla tecnica e dalla metodologia di rappresentazione, risultano sostanziali per l'efficacia del progetto e risultano indispensabili per rendere l'esperienza di fruizione del museo virtuale dei Masi del Renon una effettiva esperienza di conoscenza.

*Pur nella condivisione dei temi trattati, Luigini è l'autore dell'introduzione e delle conclusioni. Brusaporci e Trizio sono gli autori del paragrafo 2; Maiezza è l'autrice del paragrafo 3; Vattano è l'autrice del paragrafo 4; Basso è l'autore del paragrafo 5; Tata è l'autrice del paragrafo 6.



Bibliografia

[1] ARGELAGUET, Ferran, TRICO, Michael, HOYET, Ludovic, and LECUYER, Anatole, (2016), The role of interaction in virtual embodiment: effects of the virtual hand representation, in Proceeding of IEEE Virtual Reality.

Returning to Cinema4D, through a convenient Bridge system (GoZ), it is advisable to prepare the model for the next stage of export to the virtual platform Unreal Engine. Once again it is important to check the direction of the normal on the polygons of the mesh because, during the transitions between editing software and re-topology phases, it can happen that in some cases they are turned upside down, this leads in RTR to make incorrect the display of polygons from the normal inverse, made invisible but above all, during the Baking of the Light Map of Unreal, are the main cause of problems of graphic rendering and incorrect lighting of objects. The most popular digital formats that allow a better export-import aimed at managing assets for interactive platforms, are the .obj and the Autodesk.FBX, which is able to preserve all the materials and textures previously assigned if not even the possible positions and movements of the camera established in the previous scene. The management of simulated lighting effects and the physically correct rendering of materials has made directly in Unreal Engine 4: the unbiased BPR shaders(- Fig. 8) not only use Normal and Bump maps to return the detail of the original high-resolution polygonal model to the optimized model, but also correctly simulate the behaviour of real materials, such as the translucency of the marble or the opacity of the stone and wood of the model in question, while the effects of light and shadow are impressed directly on the textures, through a procedure that is called Texture Baking/Lightmap, defined only once so as not to have to recalculate the lighting of the scenario at each frame during the interactive exploration. In Unreal Engine, Unity or any RT Renderer, the fluidity of the exploration is not a secondary aspect of the experience, because in VR simulation it is appropriate to have a frame rate from 30fps up to 60/80fps, to avoid disorientation and disorders.

The use of this executive workflow aimed at creating 3d assets optimized for RTR exploration, has given excellent graphical and visual results, although the phases of com-

[2] APOLLONIO, F., I., GAIANI, M., SUN, Z. (2017), A reality integrated BIM for Architectural heritage conservation, in Ippolito, A. (Ed.), Handbook of research on emerging technologies for architectural and archaeological heritage (pp. 31-65), IGI Global, Hershey (PA).

[3] BENNETT, Leslie, (2008), The Potential and Uniqueness of Virtual Environments for Education. New Horizons in Adult Education and Human Resource Development, 22(3).

[4] BIANCHINI, C., INGLESE, C., IPPOLITO, A., MAIORINO, D. and SENATORE, L. J., (2017), Building Information Modeling (BIM): Great Misunderstanding or Potential Opportunities for the Design Disciplines?, pp. 67-90, in IPPOLITO, A., CIGOLA, M., eds., Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling, IGI Global, Hershey (PA).

[5] BRUMANA, R., DELLA TORRE, S., PREVITALI, M. et al., (2018), Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOL): surveying, preservation, site intervention – the Basilica di Collemaggio (L'Aquila), pp. 545–567, in Applied Geomatics (2018) 10.

[6] BRUSAPORCI, Stefano, LUIGINI, Alessandro, VATTANO, Starlight, MAIEZZA, Pamela and TATA, Alessandra, (2018), AH-BIM for Wooden Built Heritage Conservation, in Digital Wood Design. Innovative Techniques of Representation in Architectural Design, BIANCONI, Fabio, FILIPPUCCI, Marco, Springer, Cham.

[7] BRUSAPORCI, Stefano, (2017), The Importance of Being Honest: Issues of Transparency in Digital Visualization of Architectural Heritage, pp. 66-93, in IPPOLITO A. (Ed.), Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage, IGI Global, Hershey (PA).

[8] CALVANO, Michele, WAHBEH W., (2014), Disegnare la Memoria. L'immagine della città attraverso la rappresentazione integrata - Drawing the Memory. The image of the city through the integrated representation, in DISEGNARECON, vol. 7, n. 13, 2014, p. 1-12.

[9] CASANUEVA, Juan, and BLAKE, Edwin, (2001), Presence and Co-Presence in Collaborative Virtual Environments, University of Cape Town, Available at < <https://people.cs.uct.ac.za/~edwin/MyBib/2000-casanueva-b.pdf>> [Accessed 4 February 2019].

[10] HELD, Richard and DURLACH, Nathaniel, (1992), Telepresence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments,

Fig.10 Panoramica generale del motore di gioco Unreal applicato alla valorizzazione storica e culturale del territorio montano.

Fig.10 General overview of the Unreal game engine model applied to the historical and cultural enhancement of the mountain territory.

positing interactive events and light management, despite the very clear and intuitive technical interface of Unreal Engine 4, are still a bit complex while the system of nodes (Node-System), used by the program to manage mapping, texturing and interactions, requires at least a basic preparation of programming still not accessible to all. As for the implementation of the Oculus Rift, the system, thanks to sophisticated gyroscopes and motion sensors recognized in real time by the software, responds fairly well to the movements of the head and the positioning of the optical cone. In general, everything works quite well, both in the desktop exploration version and in the immersive version with the oculus (Fig. 9). The final step consists in compressing and exporting the work on the most common external portable platforms, compatible with Windows, Os X and game consoles systems, in order to eventually create a serious game as a support for the virtual widespread museum (Fig. 10).

Models for a shared approach

The research is focused on a deepening of programs and applications on the market for sharing and use of models and information for participatory approaches. The aim is to propose a system through the use of interactive and collaborative platforms, which allows the sharing of information and interactivity with users, facilitating two-way communication and encouraging dialogue and information exchange (Capriotti et al.2015).

The development of virtual reality and



1(1), pp. 109-112.

[11] IWATA, Hiroo, (1999), Walking About on an Infinite Floor, in Proc. of Virtual Reality '99. March 13-17, IEEE Computer Society Press Houston, Texas, pp. 286-293.

[12] LÖSCH, Bernhard, (2001), Costruire nel paesaggio rurale. Esempi di masi ed altre tipologie architettoniche in Alto Adige, Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige, Ripartizione natura e paesaggio.

[13] METZ, Rachel, (2015), Inside the First VR Theme Park, [online] MIT Technology Review. Available at: < <https://www.technologyreview.com/s/544096/inside-the-first-vr-theme->

augmented reality technologies continues to progress and diffuse, therefore the possibilities of use and the number of applications for the tourism sector are increasing. In fact, the use of VR and AR has significant impacts on tourism and offers numerous possibilities and advantages from many points of views: planning and management; entertainment, because models and their navigation can be a real tourist attractions; knowledge sharing, because they are potential educational instruments; accessibility, because they allow access, even if only virtually, to sites in many cases not accessible (places too far away,

park/> [Accessed 13 July 2016].

[14] MAIEZZA, Pamela, As-Built Reliability in Architectural Hbim Modeling, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 461-466, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-461->

[15] MOSKALIUK, Johannes and KIMMERLE, Joachim, (2011), Knowledge Building, in *User-Generated Online Virtual Realities. Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*. 3(1), pp.38-46.

[16] ORKIN, Jeff, (2004), Symbolic Representation of Game World State: Toward Real-Time Planning in Games, in *Proceedings of the AAAI-04 Workshop on Challenges in Game AI*, pp 26–30.

[17] SCHUEMIE, J, Martijn, (1999), Presence: Interacting in VR? *ResearchGate*. Available at < https://www.researchgate.net/publication/2465058_Presence_Interacting_in_VR> [Accessed 17 July 2016].

[18] STAMPFER, Helmut, (1990), *Bauernhöfe in Südtirol Bestandsaufnahmen 1940 1943*, Verlagsanstalt Athesia, Bolzano.

[19] STEUER, Jonathan, (1993). *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*. [pdf]. Available at < <http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2015/reading/steuer.pdf>> [Accessed 08 August 2017].

[20] *The London Charter* (2009). Retrieved from <http://www.londoncharter.org/>

[21] TRIZIO, Ilaria, SAVINI, F., and GIANNANGELI, A, (2018), Integration of three-dimensional digital models and 3D GIS: the documentation of the medieval burials of Amiternum (L'Aquila, Italy), *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2, 1121-1128, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1121-2018>, 2018.

[22] YOUNG LOUD, Lee, MEDIONI Gérard, (2014), *Wearable RGBD Indoor Navigation system for the Blind*, in *Computer Vision - ECCV 2014 Workshops: Zurich, Switzerland, September 6-7, Parte 3*, Springer, London.

or private, or precarious or simply no longer exist); preservation of built heritage (Gutten-tag A., 2010).

The choice of modeling and sharing way depends on the purposes and kind of users: in fact, each one has its own historical and cultural background, its own expectations and interests. It is possible to create mesh models, photographic models, or point clouds and mathematical models, which can be shared with specific platforms that allow navigation or AR or VR visualization with descriptions, informative notes or hyperlinks.

In order to be able to browse BIM models, which contain historical, structural or management and maintenance information (for example information on restorations carried out in the past or planned maintenance for the future), sharing is possible through the use of BIM viewers, such as for example “A360” or “BIM360”, that are intuitive cloud platforms, through which BIM models can be shared online. They allow users, despite not having experience on BIM and specific applications, to easily browse the models, select the elements and query them in order to view all the related information. The advantage related to the use of these two platforms is that shared models, in addition to being easily navigated both on site and remotely, do not suffer data loss. In addition, the ability to leave comments and notes, allows users to participate in an interactive manner, leaving reviews and reviews that can help improve the system in the future. Finally, for a true immersive VR BIM experience, for example you can use the Autodesk Revit Live viewer. Through the use of a VR viewer and a controller, the user is free to explore - without necessarily following a specific required path, previously defined - the BIM virtual environment, or moving within the model following reference points previously established during the creation of the model. Users can query the elements, simply by selecting them via the controller, and view the information system - that is, the constructive information - of the model.

As mentioned previously, the choice of a kind of model and type of sharing depend on

the purposes and kind of users who may be interested in some information, eventually at the expense of other: for example, in the case of BIM models it is possible to prefer the visualization of a more conceptual model, but complete with all the information (for example the historical ones), or prefer a more realistic and immersive visualization, in which however only the some information is available.

Therefore, with multiple models and applications for sharing, it is possible to make available to users, models and information deriving from studies and archival research that allow the rediscovery, knowledge and enhancement of the territory and its heritage.

Conclusions

The project of the Renon Farmhouses Museum is an opportunity to test the integration of the latest representation and visualization of information technologies for the growth of a multimodal valorization process.

The aspects that, following the first phases of experimentation, need more attention, in addition to appropriate technological optimization, are a) the integration with the already active systems of the territory enhancement which show a certain level of heterogeneity; b) the search for the balance between the content component and the potentially playful one, to move from entertainment to edutainment and c) the differentiation of the narration in the different farmhouses in order to obtain an overall narrative not perceived as repetitive or superfluous. These three aspects, although distinct from the technique and methodology of representation, are substantial for the effectiveness of the project and essential to make the experience of fruition of the virtual museum of Renon's Farmhouses an effective knowledge experience.

Notes

*Although the chapter was conceived unitedly, Luigini is the authors of the introduction and conclusions. Brusaporci and Trizio are the author of the paragraph 1; Maiezza is the author of paragraph 2; Vattano is the author of paragraph 3; Basso is the author of the paragraph 4; Tata is the author of the paragraph 5.

References

[1] ARGELAGUET, Ferran, TRICO, Michael, HOYET, Ludovic, and LECUYER, Anatole, (2016), *The role of interaction in virtual embodiment: effects of the virtual hand representation*, in *Proceeding of IEEE Virtual Reality*.

[2] APOLLONIO, F., I., GAIANI, M., SUN, Z. (2017), *A reality integrated BIM for Architectural heritage conservation*, in Ippolito, A. (Ed.), *Handbook of research on emerging technologies for architectural and archaeological heritage* (pp. 31-65), IGI Global, Hershey (PA).

[3] BENNETT, Leslie, (2008), *The Potential and Uniqueness of Virtual Environments for Education*. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, 22(3).

[4] BIANCHINI, C., INGLESE, C., IPPOLITO, A., MAIORINO, D. and SENATORE, L. J., (2017), *Building Information Modeling (BIM): Great Misunderstanding or Potential Opportunities for the Design Disciplines?*, pp. 67-90, in IPPOLITO, A., CIGOLA, M., eds., *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*, IGI Global, Hershey (PA).

[5] BRUMANA, R., DELLA TORRE, S., PREVITALI, M. et al., (2018), *Generative HBIM modeling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention – the Basilica di Collemaggio (L'Aquila)*, pp. 545–567, in *Applied Geomatics* (2018) 10.

[6] BRUSAPORCI, Stefano, LUIGINI, Alessandro, VATTANO, Starlight, MAIEZZA, Pamela and TATA, Alessandra, (2018), *AH-BIM for Wooden Built Heritage Conservation*, in *Digital Wood Design. Innovative Techniques of Representation in Architectural Design*, BIANCONI, Fabio, FILIPPUCCI, Marco, Springer, Cham.

[7] BRUSAPORCI, Stefano, (2017), *The Importance of Being Honest: Issues of Transparency in Digital Visualization of Architectural Heritage*, pp. 66-93, in IPPOLITO A. (Ed.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage*, IGI Global, Hershey (PA).

[8] CALVANO, Michele, WAHBEH W., (2014), *Disegnare la Memoria. L'immagine della città attraverso la rappresentazione integrata - Drawing the Memory. The image of the city through the integrated representation*, in *DISEGNARECON*, vol. 7, n. 13, 2014, p. 1-12.

[9] CASANUEVA, Juan, and BLAKE, Edwin, (2001), *Presence and Co-Presence in Collaborative Virtual Environments*, University of Cape Town, Available at < <https://people.cs.uct.ac.za/~edwin/MyBib/2000-casanueva-b.pdf>> [Accessed 4 February 2019].

[10] HELD, Richard and DURLACH, Nathaniel, (1992), *Telepresence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), pp. 109-112.

[11] IWATA, Hiroo, (1999), *Walking About on an Infinite Floor*, in *Proc. of Virtual Reality '99*. March 13-17, IEEE Computer Society Press Houston, Texas, pp. 286-293.

[12] LÖSCH, Bernhard, (2001), *Costruire nel paesaggio rurale. Esempi di masi ed altre tipologie architettoniche in Alto Adige*, Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige, *Ripartizione natura e paesaggio*.

[13] METZ, Rachel, (2015), *Inside the First VR Theme Park*, [online] MIT Technology Review. Available at:< <https://www.technologyreview.com/s/544096/inside-the-first-vr-theme-park/>> [Accessed 13 July 2016].

[14] MAIEZZA, Pamela, *As-Built Reliability in Architectural Hbim Modeling*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 461-466, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-461->

[15] MOSKALIUK, Johannes and KIMMERLE, Joachim, (2011), *Knowledge Building*, in *User-Generated Online Virtual Realities. Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*. 3(1), pp.38-46.

[16] ORKIN, Jeff, (2004), *Symbolic Representation of Game World State: Toward Real-Time Planning in Games*, in *Proceedings of the AAAI-04 Workshop on Challenges in Game AI*, pp 26–30.

[17] SCHUEMIE, J, Martijn, (1999), *Presence: Interacting in VR?* ResearchGate. Available at < https://www.researchgate.net/publication/2465058_Presence_Interacting_in_VR> [Accessed 17 July 2016].

[18] STAMPFER, Helmut, (1990), *Bauernhöfe in Südtirol Bestandsaufnahmen 1940 1943*, Verlagsanstalt Athesia, Bolzano.

[19] STEUER, Jonathan, (1993). *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*. [pdf]. Available at < <http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2015/reading/steuer.pdf>> [Accessed 08 August 2017].

[20] *The London Charter* (2009). Retrieved from <http://www.londoncharter.org/>

[21] TRIZIO, Ilaria, SAVINI, F., and GIANNANGELI, A, (2018), *Integration of three-dimensional digital models and 3D GIS: the documentation of the medieval burials of Amiternum (L'Aquila, Italy)*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2, 1121-1128, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1121-2018>, 2018.

[22] YOUNG LOUD, Lee, MEDIONI Gérard, (2014), *Wearable RGBD Indoor Navigation system for the Blind*, in *Computer Vision - ECCV 2014 Workshops: Zurich, Switzerland, September 6-7, Parte 3*, Springer, London.

Il volume raccoglie i contributi dei ricercatori, dei professionisti e degli operatori del settore, sullo stato della ricerca nell'ambito del 3D Modeling & BIM.

È interessante verificare come, analizzando le "Keywords" presenti nei contributi, siano presenti quelle più comuni e fondanti il tema, come i termini BIM, HBIM, 3D modeling, VR, AR, Interoperabilità. Allo stesso tempo si può constatare come gli autori abbiano fatto emergere, con maggiore consapevolezza delle loro centralità, nuove parole chiave, attingendo a volte a settori di studio affini, che nel loro insieme manifestano un'accelerazione nella capacità critica di affrontare il tema generale dell'Information Modeling, individuandone le criticità e plasmandolo con innovative e ottimizzate funzionalità. Le nuove "Keywords" sono "Level of Reliability", "Model checking", "Combine Modeling", "Algorithms aided design", "Complexity", "Design analysis" e "Dataset".

Oltrepassando il livello percettivo-interpretativo delle parole chiave, si entra nel merito dei contenuti, riordinando le tematiche del digitale collegate alle attività di conoscenza, ideazione e comunicazione dello spazio antropizzato. Procedendo dal generale al particolare, si registra nell'evoluzione delle attività prima individuate una maggiore consapevolezza del ruolo centrale dell'elaborazione digitale.

In particolare, appare sempre più evidente il superamento del paradigma operativo del digitale utilizzato come strumento di automazione di vecchie metodologie in favore del digitale inteso come ausilio per la definizione di nuovi processi.

ISBN 978.88.496.1942.3



9 788849 619423