

FRAMEWORKS OS PER LA COMUNICAZIONE STORICA E ARCHEOLOGICA

1. INTRODUZIONE

Da diversi anni il Consorzio CINECA sviluppa e mette a disposizione della comunità scientifica programmi free e open source nei diversi ambiti delle discipline scientifiche in cui opera: Astronomia, Bioinformatica, Visualizzazione Scientifica.

I programmi vengono sviluppati in collaborazione con importanti enti, nell'ambito di progetti di ricerca nazionali e internazionali, e rilasciati in formato free o open source in modo che i ricercatori possano dividerne le potenzialità e collaborare al loro sviluppo.

Per la fruizione dei progetti di visualizzazione nell'ambito dei beni culturali, in collaborazione con il consorzio Spinner CINECA ha sviluppato Visman, un framework basato sulle librerie OpenGL e wxWidgets (OpenGL Performer e Borland in precedenza), scritto interamente in C++ e disponibile sia su piattaforme Windows che Linux (32 e 64 bit). Visman è stato sviluppato avendo in mente la flessibilità e la facilità di utilizzo, anche prendendo spunto da idee del mondo dei videogiochi.

Attualmente tre diversi progetti con esigenze differenti sfruttano tale risorsa. Il progetto Monte Sole (Comune di Bologna), dedicato alla guerra di liberazione e all'eccidio di Marzabotto durante la Seconda Guerra Mondiale, con una visualizzazione di paesaggio storico con layer appartenenti ad epoche storiche e a tematismi diversi; il progetto ARCUS (Politecnico di Milano, Università di Bologna e Scuola Normale di Pisa), punto di partenza per l'elaborazione di linee guida metodologiche, con l'unione di database di scavo, relativi al Foro di Pompei, e ricostruzioni 3d a supporto della comprensione dei dati; il progetto MUVI - Museo Virtuale della Vita Quotidiana a Bologna (comitato di Bologna per la storia del Risorgimento) con, al momento, interni domestici di 3 epoche storiche, da visualizzare su piattaforme diverse, dal Web al sistema immersivo.

2. L'OPEN SOURCE PER I MUSEI IMMATERIALI ED IL COINVOLGIMENTO DEGLI UTENTI

La versatilità delle tecnologie della visualizzazione è tale che il loro uso si è di molto

esteso: oggi è possibile fare esperienza di sistemi virtuali anche per generare, navigare ed esplorare ambienti ricostruiti d'interesse storico-culturale; in particolare nel campo dell'archeologia l'esperienza è oramai più che decennale. Con l'uso di queste tecnologie si possono visualizzare e presentare "ricostruzioni" di ambienti del passato, comprendenti edifici, paesaggi ed artefatti.

Allo stesso tempo, si sta estendendo, a fini di conservazione e di migliore gestione, la buona pratica della digitalizzazione del patrimonio di documenti detenuti dagli istituti culturali, e questo pone la condizione e anche, in un certo senso reclama, un uso più comunicativo e partecipato di questo patrimonio.

È sotto gli occhi di tutti come a livello internazionale il museo non sia più considerato soltanto un luogo di concentrazione e conservazione di opere e reperti, ma sempre più si ponga enfasi sul museo come strumento di comunicazione e partecipazione.

Questa tendenza dei musei a dare rilievo ai propri aspetti immateriali, non considerando più le collezioni come autosufficienti e in ogni caso sottraendosi alla necessità assoluta di avere collezioni di straordinario valore artistico, produce poi un ulteriore sviluppo: si è aperta una prospettiva in cui discipline finora escluse dalla museografia, in quanto gestite con biblioteche e archivi, ma desiderose di allargare il proprio rapporto con il grande pubblico, possono pensare di proporsi in forma di museo. Ecco quindi i musei del cinema, della musica, persino della letteratura e della matematica. Ecco l'interesse per la creazione di musei storici (la storia è una disciplina che sperimenta continuamente la necessità di ricostruire mondi non più visibili), svincolati dalla dotazione di reperti di particolare spettacolarità.

Se gli aspetti immateriali crescono di importanza, sia nei musei tradizionali (ripensati come "macchine" comunicative) che nei nuovi musei (essenzialmente strumenti di comunicazione), diventa sempre più necessario l'uso di adeguate, nuove tecnologie. Questo sia per raggiungere il grande pubblico, sia per aumentare i contenuti che il museo riesce a trasmettere ai visitatori.

Dunque, in concomitanza con una crescente importanza degli aspetti immateriali - la comunicazione - nella gestione delle istituzioni museali nel loro complesso, si afferma una considerazione del tutto nuova di *discipline immateriali* e di *componenti immateriali* nella definizione dell'oggetto di interesse stesso delle attività culturali.

Questo è tanto più vero se si pone attenzione all'estensione del concetto stesso di cultura, che la comunità scientifica va elaborando ormai da lungo tempo. C'è dunque una

crescente domanda di artificiale, cioè di soluzioni complesse tali da rappresentare questa crescente immaterialità e intangibilità del nostro oggetto.

L'applicazione delle *Information & Communication Technologies* (e più specificamente della Realtà Virtuale) ai Beni Culturali può essere considerata una delle nuove frontiere delle politiche culturali, probabilmente la più impegnativa e affascinante insieme, per la vastità dell'opera di digitalizzazione che ci attende e per le potenzialità che offre, permettendo di produrre e riprodurre immagini in 3 dimensioni, di visualizzarne le stesse trasformazioni nel tempo e di proiettarle in un ambiente immersivo con l'uso più ampio dell'interattività.

Ma anche per i progetti di ricerca un'esigenza importante nel settore del Virtual Heritage, e più in generale in tutti i progetti di ricerca culturali, è quella di rinnovare i modelli di lavoro e di sviluppo dei progetti. Essi devono passare da una situazione in cui la ricerca è affidata a singoli o ristretti gruppi, che detengono l'autorità e l'esclusiva sull'accesso alle informazioni e sulla loro diffusione, ad una nuova condizione in cui la produzione della conoscenza e dei significati avvengano in modo collettivo, attraverso processi di sviluppo condiviso caratterizzati dalla trasparenza delle fonti e dalla diffusione delle informazioni critiche. Ecco quindi l'importanza di ricorrere a soluzioni open source, il cui sviluppo favorisce anche il dialogo interdisciplinare, la fruizione su media diversi oltre a consentire installazioni senza costi di licenze.

3. VISUALIZZAZIONE MULTI-PIATTAFORMA DI MODELLI 3D IN PROGETTI DEDICATI AI BENI CULTURALI

Per la fruizione dei progetti di visualizzazione nell'ambito dei Beni Culturali, CINECA ha sviluppato Visman. Grazie a Visman gli ambienti 3d sono fruibili sia su desktop che in ambienti immersivi e sono direttamente collegabili nelle loro geometrie a schede provenienti da database relazionali, a pagine HTML o ad altri elementi esterni. Le geometrie stesse, con un sistema di *shaders*, forniscono informazioni immediatamente percepibili a seconda della presenza o meno di collegamento a dati.

E' stata implementata una versione di Visman anche per la fruizione via Web dei modelli, ma grazie all'accordo di ricerca siglato nel 2005 tra CINECA e CNR ITABC è stato sviluppato un più flessibile e potente plug-in open source, *osg4web*. Si tratta di un software originale, basato su librerie OpenSceneGraph, per visualizzazione real-time ed interazione di paesaggi e modelli sul web integrato per Mozilla Firefox e MS Internet Explorer. Il sistema possiede un'architettura plug-in cross-platform e cross-browser open source, che consente

un'integrazione trasparente al web designer nella pagina html, con supporto Ajax. Il software è caratterizzato da una *shell* esterna (installabile dal client) che si occupa di richiamare il core (o i core) necessario alle varie applicazioni. L'interazione tra il browser e il plug-in avviene attraverso direttive JavaScript, come nel caso del funzionamento dei bottoni e dei link.

Diversi progetti, sviluppati negli ultimi tempi presso il VisIT Lab del CINECA sfruttano tali risorse.

3.1 Progetto ARCUS

Il progetto ARCUS (Politecnico di Milano, Università di Bologna e Scuola Normale di Pisa) nasce con l'obiettivo di portare a sistema e ad una conclusione operativa gli studi messi a punto dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei (SSBANP) nel corso degli ultimi anni, attraverso specifici progetti, e renderli non solo strumenti di gestione e di offerta scientifica ma anche sistema comunicativo fruibile ad ampio spettro [GM05; GMR05]. Proprio in questa prospettiva di fruizione allargata, il contributo dell'open source si rivela particolarmente importante.

Il progetto si articola in una serie, interrelata, di *azioni*:

- *Definizione del DTM relativo al sito degli scavi archeologici di Pompei*: sviluppo ed implementazione dell'attuale Sistema Informativo di Pompei - basato su una cartografia 2D - al fine di trasformarlo in un sistema 3d basato su un DTM *texturizzato*;

- *Rilievo di oggetti/manufatti/reperti* presenti a Pompei e presso il Museo Archeologico di Napoli e studio delle guideline per inserire modelli da rilievo realizzati da terzi all'interno del sistema informativo della SSBANP: scopo di tale azione è la realizzazione di modelli digitali 3d di reperti/oggetti, in particolare tra quelli conservati al Museo Archeologico, significativi per loro natura e caratteristica, che amplino il ventaglio di oggetti fino ad ora presi a campione e che possano essere successivamente posti in relazione con il complesso edilizio di provenienza. Viene inoltre affrontato il problema del riuso dei modelli prodotti da differenti campagne di rilievo/studio al fine di verificare se i sistemi di gestione delle informazioni e le linee guida, messe a punto dalla SSBANP nell'ambito dei progetti precedenti, siano in grado di supportare agevolmente l'inserimento all'interno del sistema informativo-GIS;

- *Modelli digitali 3d*: oltre che la verifica delle linee guida definite nei progetti

precedenti, l'azione avrà come obiettivo lo sviluppo di procedure specifiche per le nuove tipologie di oggetti/reperti oggetto di studio, affrontando ad esempio le problematiche relative ai *modelli di strati successivi* degli scavi con una metodologia capace di seguire l'archeologo durante lo scavo e registrarne i dati morfometrici e gli elementi scavati, circostanza non ancora affrontata dai precedenti progetti, con l'obiettivo che essi possano essere inseriti all'interno del Sistema Informativo della SSBANP;

- *Procedure di Visualizzazione di modelli 3d complessi*: adeguamento dell'attuale dispositivo di visualizzazione web-based a supporto dell'utilizzo di modelli 3d ad elevato numero di poligoni finalizzato alla rapida visualizzazione anche su PC desktop *low-end*. I modelli, quindi, devono essere agevolmente utilizzabili sia nell'ambito della divulgazione, mediante il sistema 3dGIS, sia ai fini gestionali della SSBANP che a quelli di analisi e studio archeologici, sia di quelli comunicativi verso gli utenti esterni (tipicamente con finalità turistica);

- *Forma di visualizzazione/fruizione per il pubblico mediante teatri virtuali interconnessi a Pompei e a Napoli*: progetto e realizzazione di due *Punti di Visualizzazione e Fruizione* per il pubblico a realtà virtuale semi-immersiva (Teatri virtuali) collocati uno a Pompei e il secondo al Museo Archeologico di Napoli, in grado di consentire una fruizione incrociata tra i due siti di manufatti/reperti/ambiti. Dalla postazione di Pompei, ad esempio, sarà possibile visualizzare all'interno del contesto in cui sono stati ritrovati, i reperti/oggetti conservati presso il Museo Archeologico di Napoli, e viceversa, in modo da permettere la fruizione completa della realtà pompeiana;

- *Sviluppo di un 3dGIS e raccordo con l'esistente 2D GIS*: una volta definito ed acquisito il DTM texturizzato l'azione avrà l'obiettivo di definire le procedure finalizzate all'inserimento nella cartografia dei primi modelli e l'implementazione di un'applicazione in grado di permettere l'inserimento di tali modelli in modo semi-automatico guidato [BGG08].

L'ultimo punto merita una spiegazione ulteriore dato che il ricorso alla visualizzazione digitale definisce un cambiamento di rilievo nella definizione del modello conoscitivo e comunicativo, migliorando la consultazione e l'analisi di dati complessi, compresi quelli di tipo spaziale. La lettura integrata di varie tipologie di dati e l'accesso ad essi tramite internet rappresenta un ulteriore aiuto. Utilizzando un 3dGIS è possibile ridurre la quantità di informazioni testuali già contenute nella visualizzazione ma, al momento, i software GIS in

grado di gestire dati 3d reali sono assai rari (i DTM sono, infatti, in realtà nient'altro che sistemi 2.5), e nessun sistema commerciale è in realtà un vero ed efficiente GIS tridimensionale. I modelli geometrici costituiscono una parte rilevante di un 3dGIS. Sebbene le tecniche di generazione di modelli tridimensionali siano largamente e ampiamente conosciute per le applicazioni tipo CAD, esse sono state implementate solo recentemente e in modo parziale nei sistemi GIS. Peraltro, per tenere conto delle condizioni speciali dei GIS, i modelli originali dei dati devono essere adattati a queste finalità. Un geo-oggetto (vale a dire un modello 3dGIS-*friendly*) consiste in un insieme di dati tematici, geometria, topologia e texture. Attributi grafici, texture e dati geometrici sono visualizzati in ogni vista; mentre le interrogazioni geometriche fanno uso solo della geometria.

Un problema fondamentale in questo ambito sta nella necessità di una struttura topologica sufficientemente robusta da permettere la possibilità di analisi spaziali. L'informazione topologica è importante poiché descrive le relazioni spaziali come inclusione, adiacenza, e connettività tra i geo-oggetti. Obiettivo primario è quindi sviluppare una struttura-dati topologica adeguata. In questo intento, l'operazione di base al fine di conservare congruenza tra dati visualizzati e dati contenuti nel database, è stata quella di ottenere i geo-oggetti impiegando i modelli CAD realizzati come rilievo dell'oggetto. La seconda problematica è quella della messa a punto di una metodologia per la generazione di modelli 3d, per restituzione di oggetti o architetture esistenti, dotati di accuratezza non solo visiva, ma anche metrica e di fedeltà del colore.

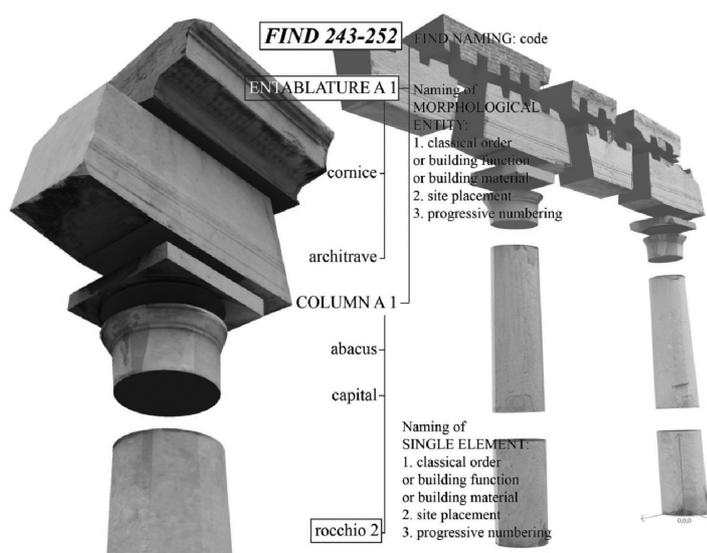


Figura 1 - Pompei. Struttura semantica di un modello digitale 3d

La terza quella di un'infrastrutturazione senza soluzione di continuità basata su chiari standard proposti da EPOCH, una rete di circa cento istituzioni culturali europee che hanno unito le loro energie per innalzare la qualità e dare impulso all'utilizzo delle tecnologie di comunicazione e informazione per il patrimonio culturale. Il sistema è basato completamente su formati di file di interscambio ampiamente diffusi e l'applicazione finale è completamente basata su software open source. In questo modo la qualità delle implementazioni attuale e futura sono garantite anche in caso di differenti utenti e cambiamenti futuri di software e piattaforme.

3.2 Museo Virtuale della Certosa di Bologna

Sviluppato dietro indicazioni del Comune di Bologna, è costituito da un complesso insieme di segmenti tematici che si intrecciano tra loro. Partendo dalla Certosa, il cimitero monumentale cittadino inteso come museo a cielo aperto, è stata creata una serie di applicazioni di realtà virtuale abbinate a ricchissimi database multimediali. Monumenti e settori della Certosa hanno funto da punto di partenza per affrontare varie tematiche relative a differenti epoche storiche: dal Chiostro III, che raccoglie le tombe dipinte neoclassiche, si accede al database storico e artistico dell'800 bolognese; dal Monumento Ossario dei caduti della Grande Guerra al database che, partendo dai soldati bolognesi, racconta anche luoghi ed eventi della Prima Guerra Mondiale; fino al Monumento Ossario dei caduti partigiani, attraverso il quale narrare la lotta di liberazione. Ciascun tema è stato sviluppato quindi con un modello 3d come interfaccia ad un database ma, nell'ultimo caso, l'ambiente virtuale che simula il monumento presente in Certosa si collega anche alla ricostruzione 3d della piazza del Nettuno, che accoglie un monumento commemorativo con i ritratti di buona parte delle persone sepolte nell'altro monumento; le stesse persone, in alcuni casi, vittime dell'eccidio di Montesole, a cui è stato dedicato un'ulteriore ricostruzione virtuale, questa volta relativa ad una intera area geografica, quella teatro della strage di Marzabotto. Anche in questo caso il modello, un DTM, è stato collegato al database che, nel complesso del progetto Certosa, raccoglie ormai oltre 11.000 schede.



Figure 2, 3 – Ricostruzione della chiesa di Casaglia nella zona dell'eccidio di Marzabotto e DTM dell'area di Monte Sole con simboli relativi agli eventi verificatisi sul territorio

Nello sviluppo del progetto Museo della Certosa di Bologna è proprio questo il contributo più importante che si è pensato di poter offrire al pubblico. Si è, infatti, rivelata straordinariamente feconda l'idea di usare la visualizzazione come accesso interattivo e interfaccia a data base culturali multimediali molto ricchi per informazioni e quantità di documenti [BCD04].

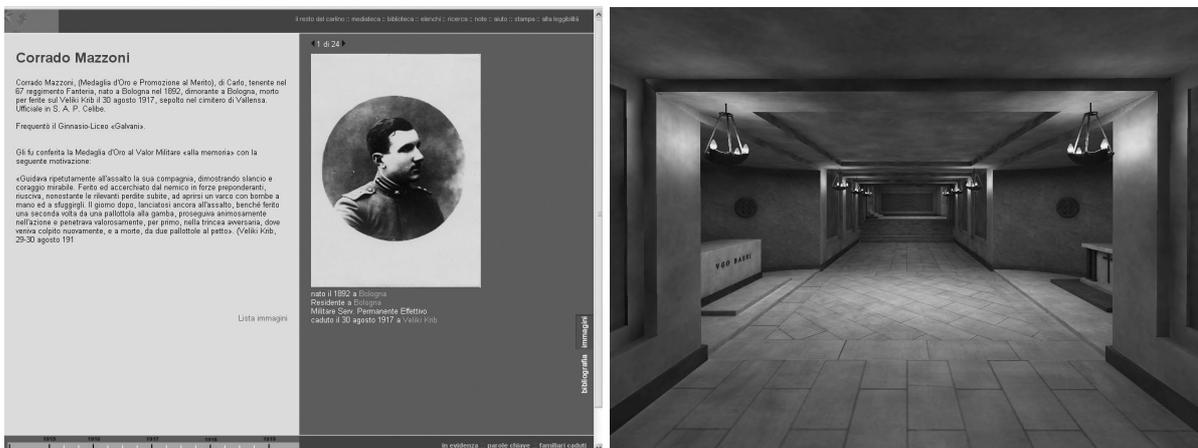


Figure 4, 5 - Una scheda proveniente dal database dedicato alla Grande Guerra e il modello 3d del monumento ossario ai caduti della Prima Guerra Mondiale

Le applicazioni, nella fruizione a desktop e in stereoscopia per il Teatro Virtuale, sono navigabili grazie a Visman, che permette anche il collegamento diretto tra singoli elementi del modello 3d e il database. La decisione di mettere l'applicazione rapidamente a disposizione di un numero ampio di studenti, turisti, cittadini e semplici curiosi, ha indirizzato il progetto anche verso il Web, non solo per quel che riguarda la consultazione del database che, in quanto tale, non aveva alcun problema di adattamento, ma anche per i modelli 3d. Tuttavia, al

momento della loro diffusione il plug-in Visman per il Web non era in grado di gestire tale complessità e il plug-in osg4web non era ancora stato sviluppato. E' stato quindi necessario appoggiarsi ad Exhibits3D, un software proprietario, almeno temporaneamente, ma a breve, è in programma la sperimentazione per l'uso di osg4web anche per il Museo Virtuale della Certosa di Bologna [CCD*08].

3.3 MUVI – Museo Virtuale della Vita Quotidiana

Quest'ultimo progetto, finanziato nei suoi recenti sviluppi dalla Fondazione Carisbo, è relativo alla ricostruzione di interni domestici appartenenti a varie epoche storiche (anni '30, '50 e '80 del '900) attraverso cui raccontare le trasformazioni della quotidianità e della società italiana [LIG08].

I musei dedicati alla vita quotidiana, attraverso la ricostruzione di interni domestici relativi a varie epoche storiche, mettono in mostra oggetti e fonti storiche ricollegabili alla vita di tutti i giorni. L'alimentazione, l'aggregazione familiare, gli oggetti di uso quotidiano raccontano storie ed esperienze. Gli spazi e la loro utilizzazione raccontano il clima storico, i legami con l'ambiente circostante, i rapporti tra i sessi e le generazioni. Gli oggetti, sia artigianali sia industriali, rendono percepibili anche ai non addetti ai lavori cambiamenti, permanenze e ritorni sociali, culturali ed economici, identità e fratture tra tradizione e modernità e, partendo dal micro, permettono di arrivare a riflessioni sul macro, allargando lo sguardo dalla casa alla società.

Si tratta di realizzazioni molto utili da un punto di vista didattico, anche per avvicinare il vasto pubblico alla storia. Il confronto con la quotidianità del passato attrae ed incuriosisce persone di ogni età e può rappresentare un valido stimolo per ristabilire un flusso comunicativo tra le generazioni.

Le tecnologie informatiche rappresentano una valida alternativa agli allestimenti concreti, molto impegnativi, sia da un punto di vista economico sia pratico, ed è stata questa la via adottata da MUVI. La prima fase del progetto, avviata nel 1999 con un finanziamento ottenuto nell'ambito di "Bologna 2000 – città europea della cultura", ha condotto nel 2001 alla ricostruzione virtuale di un interno domestico degli anni '50, storicamente avallato da fonti e schede di approfondimento. Sono state ora portate a termine due nuove ricostruzioni: una dedicata agli anni '30 ed una agli anni '80 del '900.

La prima realizzazione fu eseguita con Multigen Creator, come software di

modellazione, e Vega per la navigazione in real-time. Entrambi sviluppati dall'allora Paradigm, rappresentavano il livello più avanzato per la creazione di applicazioni stereoscopiche di Realtà Virtuale a prezzo, però, di licenze molto costose. Quando, nel 2003, fu iniziato lo sviluppo interno del navigatore Visman, l'idea era anche quella di poter eliminare i costi di Vega. Inizialmente, perciò, Visman si concentrò sulla lettura dei file FLT, prodotti da Multigen, ricorrendo a librerie grafiche OpenGL Performer. Volendo risparmiare sui costi della licenza Performer, era necessario accettare solo la presenza di tale marchio in un angolo dello schermo in fase di visualizzazione. L'adozione da parte del più economico software di modellazione 3DStudio Max di un plug-in per la conversione dei suoi file 3DS in FLT ed il contemporaneo refactoring di Visman in open source (con librerie grafiche OSG), con l'ampliamento delle possibilità di lettura ai formati IVE e OSG, permisero di emanciparsi anche da Multigen [CDG*05].



Figure 6, 7, 8 - Alcuni fermo immagine della ricostruzione 3d della casa degli anni '30

In un prossimo futuro, con il passaggio a Blender che sarà testato con altri progetti, potrebbero essere superati anche i pur affrontabili costi di licenza di 3DStudio.

Bisogna tuttavia aggiungere che, nella riflessione relativa alle questioni di *digital preservation* per i modelli 3d sul lungo periodo, si è creata la consapevolezza di quanto possa essere utile l'abbinamento tra le soluzioni open source, accompagnate da una sempre più vivace comunità di sviluppo, ed i software commerciali ad ampia diffusione, in termini di elevato livello di esportabilità da e verso i più comuni formati di file.

Per quel che riguarda il progetto MUVI, una delle difficoltà è stata data dalla gestione della molteplicità di elementi presenti nell'ambiente digitale. A differenza di un paesaggio, infatti, in questo caso l'ambiente è costituito da moltissimi oggetti, ciascuno dotato delle sue geometrie, texture e ombre e di una sua posizione nello spazio, che è stato necessario gerarchizzare e istanziare opportunamente per gestire al meglio il caricamento e i livelli di dettaglio senza rendere impraticabile la navigazione nel Web, che sarà effettuata con

osg4web. Inoltre, l'adozione di texture fotografiche ha incrementato notevolmente il grado di realismo dell'applicazione finale ma non è stato possibile applicarlo a tutte le superfici. In alcuni casi, come oggetti o particolari in vetro, alluminio o acciaio, è stato indispensabile ricorrere ai materiali. La gestione di file OSG da parte del *framework* Visman ha rivelato una certa utilità nel risolvere il problema di mantenere le peculiarità dei materiali dopo la conversione dal formato 3DS. Infatti, trattandosi di un formato di testo, i file OSG possono essere aperti ed editati, consentendo di scrivere quelle caratteristiche desiderate che vanno perse dopo il processo automatico di conversione, come è capitato a noi, per esempio, con il materiale "acciaio cromato".

4. CONCLUSIONI

Diffondere una prospettiva open source nell'ambito del mondo della cultura diventa giorno per giorno sempre più importante. Oggi i sistemi aperti stanno ormai penetrando in moltissimi settori, producendo un rinnovamento e una ridefinizione delle pratiche di grandi compagnie private e di importanti istituzioni di ricerca in nome di un approccio meno gerarchico e più innovativo alla conoscenza.

Le ipotesi di sviluppo dei sistemi aperti sono quindi tanto più rosee in quegli ambiti, come il Cultural Heritage, in cui l'utilizzo delle risorse economiche deve necessariamente avvenire in modo consapevole e controllato.

Adottare un modello di sviluppo aperto, permette di ottenere svariati vantaggi quali costi contenuti delle applicazioni e delle tecnologie, sostenibilità dei progetti, condivisione delle risorse con altri soggetti o istituzioni, semplicità nel riutilizzo di dati già processati ed integrati con metodologie valide e ben ideate, valorizzazione dell'investimento in risorse umane piuttosto che di quello in dispositivi hardware o software.

Soltanto in questo modo nel futuro sarà ancora possibile parlare di ricerca e di progresso, passando da una situazione in cui la cultura e le risorse sono un'esclusiva di pochi ad un'utopica, ovviamente in senso positivo, condizione in cui il Cultural Heritage diventi davvero Open Heritage: conoscenza alla portata di tutti.

MAURO FELICORI
Comune di Bologna
mauro.felicori@comune.bologna.it

MARCO GAIANI
Università di Bologna
marco.gaiani@unibo.it

ANTONELLA GUIDAZZOLI
CINECA
a.guidazzoli@ceneca.it

MARIA CHIARA LIGUORI
Progetto MUVI
m.liguori@ceneca.it

[BGG08] BENEDETTI B., GAIANI M., GUZZO P.G. 2008, *Scientific knowledge and information representations in historical-technical archives of archaeological sites: Pompeii as a case study*, in Proceedings “DMACH: Digital Media and its Applications in Cultural Heritage-2008”, 3-6 November, 2008, University of Petra, Amman, Jordan.

[BCD04] BORGATTI C., CALORI L., DIAMANTI T., FELICORI M., GUIDAZZOLI A., LIGUORI M.C., MAURI M.A., PESCARIN S., VALENTINI L. 2004, *Databases and Virtual Environments: a Good Match for Communicating Complex Cultural Sites*, in Atti della Conferenza ACM SIGGRAPH 2004, Los Angeles, p. 30.

[CCD*08] CALORI L., CAMPORESI C., DI IOIA M., FORTE M., GALEAZZI F., IMBODEN S., MORO A., PALOMBINI A., PESCARIN S., VASSALLO V., VICO L. 2008, *Back to 2nd AD. A VR on-line experience with Virtual Rome Project*, in M. Ashley, S. Hermon, A. Proenca and K. Rodriguez-Echevarria (eds.), *The 9th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST 2008*, Braga, Portugal, 2-6 December 2008. pp. 109-116.

[CDG*05] CALORI L., DIAMANTI T., GUIDAZZOLI A., LIGUORI M.C. 2005, *Frameworks for Managing and Inquiring into Virtual Cultural Scenarios*, in M. Forte (ed.), *The Reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies: Proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop, Rome, Italy, November 3-5, 2003, Berkeley, USA, May 2005*, BAR International Series 1379, Archeopress, Oxford, pp. 75-77

[GM05] GAIANI M., MICOLI L.L. 2005, *A framework to build and visualize 3D models from real world data for historical architecture and archaeology as a base for a 3D information system*. In M. Forte (Ed.), *The reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies, proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop, Berkeley, USA*. BAR International series, 1379. pp. 103-125

[GMR05] GAIANI M., MICOLI L.L., RUSSO M. 2005, *The Monuments Restoration Yard: a Virtualization Method and the Case of Study of Sala delle Cariatidi in Palazzo Reale, Milan*. In S.El-Hakim, F.Remondino (Ed.), *Proceedings of the ISPRS Working Group V/4 Workshop 3D-ARCH 2005: "Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVI, PART 5/W17

[LIG08] LIGUORI M.C. 2008, *Museo virtuale della vita quotidiana nel secolo XX evoluzione di*

un progetto, in “Storia e futuro”, n. 18, ottobre 2008,
http://www.storiaefuturo.com/it/numero_18/didattica/3_muvi-museo-virtuale-vita-quotidiana~1193.html

ABSTRACT

CINECA, for its applications dedicated to Cultural Heritage, has developed the visualization framework Visman, used at present by three different projects: Certosa Virtual Museum; ARCUS and MUVI – Virtual Museum of Daily Life in Bologna.