

## AMBIENTI COLLABORATIVI 3D. IL CASO DI VIRTUAL ROME

### 1. INTRODUZIONE

Il progetto Virtual Rome ([www.virtualrome.it/](http://www.virtualrome.it/)), avviato da alcuni anni dal VHLab dell'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali del CNR, con la collaborazione di CINECA e con il supporto di Seat Pagine Gialle e Camera di Commercio di Roma, nasce con l'obiettivo primario di ricostruire il paesaggio della Roma di oggi e di secondo secolo d.C. e di rendere disponibile interattivamente tale ricostruzione tridimensionale on-line, insieme ad approfondimenti multimediali e a metainformazioni, all'interno di comuni web browser (PESCARIN *et al.* 2008). Il progetto è diventato inoltre una sorta di laboratorio aperto e di sperimentazione di una filiera di lavoro quasi interamente open source nel campo dell'archeologia virtuale. Grazie a tale approccio è stato possibile raggiungere un secondo importante obiettivo, quale quello di realizzare un sistema di gestione dei contenuti (Content Management System) 2D e 3D completamente aperto e on-line, attraverso il quale i partner del progetto hanno potuto editare e modificare interattivamente il paesaggio 3D, utilizzando un semplice browser Internet.

Nell'ambito delle piattaforme di rendering di applicazioni 3D "browser embedded" non si è ancora delineato un chiaro "leader di mercato" o standard. Tale "mercato" è attualmente guidato dalle applicazioni ludiche, che hanno condizionato lo sviluppo sia dei sistemi hardware che software, spinto quasi esclusivamente dal budget normalmente molto alto. Ciò ha comportato una grande varietà di piattaforme per PC (Windows, Linux, Mac), Consoles (Sony, XBox, Nintendo) e recentemente dispositivi mobili (Ipod, Iphone, Smartphones). La maggior parte dei sistemi di sviluppo utilizzati in questo ambito sono proprietari, costosi e customizzati per ottenere il massimo della performance. D'altro canto però, il web tende a definire una modalità di fruizione dei contenuti aperta e standardizzata (HTML, Javascript, Xml, etc.) favorendo progetti a codice aperto e cross platform (come ad esempio Firefox o Chrome). Per questo, coniugare i due mondi (web e 3D) non è semplice e non vi sono ancora approcci consolidati, tecnologie standard o leader indiscussi. Dal 2004 un gruppo di lavoro composto da end-user, content developer e software developer (CNR ITABC e CINECA) sta lavorando per proporre una soluzione in questa direzione, confrontandosi con un complesso progetto, quale Virtual Rome, per il quale sono stati sviluppati una serie di strumenti e applicazioni 3D web-based open source.

La principale applicazione messa a punto per il progetto Virtual Rome si chiama *OSG4Web*. Si tratta di un plug-in che consente di interagire all'interno del browser con dati territoriali 3D (dati telerilevati, GIS, modelli 3D e



Fig. 1 – Interfaccia e funzionalità del front-end di Virtual Rome.

multimedia). OSG4Web si basa sulla libreria OpenSceneGraph. Il secondo strumento realizzato è una piattaforma di editing delle scene 3D on-line (per utenti registrati) che funziona come un Content Management System per la creazione di progetti web, e in più, rispetto ad un comune CMS, integra il plug-in OSG4Web per la gestione di contenuti 3D. Tale lavoro è un'evoluzione di una precedente versione del plug-in già sviluppata nel 2004 per il progetto Appia Antica (FORTE, PESCARIN, PIETRONI 2005).

Il sistema messo a punto per Virtual Rome nel suo insieme è definibile come VR webGIS dal momento che integra le caratteristiche proprie di un Web-GIS (gestione e visualizzazione di dati spaziali) con quelle di un'applicazione di Realtà Virtuale (comportamenti complessi nel 3D). L'idea di sviluppare un tale sistema nasce da una doppia esigenza: da un lato dall'interesse di creare un collegamento tra l'effetto informativo del GIS e quello immersivo dell'esplorazione virtuale di monumenti e paesaggi, dall'altro dalla necessità di creare un contenitore dove rendere fruibili i contenuti 3D già sviluppati precedentemente nell'ambito dei progetti Appia Antica (FORTE, PESCARIN, PIETRONI 2005) e Flaminia (FORTE 2007).

## 2. VIRTUAL ROME E OSG4WEB

Il VR Web-GIS realizzato per Virtual Rome si configura come laboratorio aperto per l'interpretazione, la ricostruzione e l'esplorazione in 3D del paesaggio storico potenziale di Roma. Utilizzando gli sviluppi di OSG4Web e della



Fig. 2 – Interfaccia di accesso alla sezione “creazione punti di vista” del back-end

libreria OpenSceneGraph, il sistema è ora dotato, sul fronte dell’esplorazione 3D interattiva (front-end, Fig. 1), di strumenti avanzati ed originali per le funzioni di *fly-through* e del *walk-through* che consentono di unire alle caratteristiche di visione territoriale tipiche del GIS, quelle di esplorazione degli interni che caratterizzano la Realtà Virtuale. Sul fronte della gestione dati (back-end, Fig. 2) dispone invece di un avanzato sistema CMS che attraverso una semplice interfaccia grafica consente l’interazione di più studiosi nell’operazione di ricostruzione collaborativa e di creazione di percorsi di visita (Fig. 2).

Questo passo è ispirato a un’impostazione teorica ben precisa che fa dell’apertura e della trasparenza del dato il punto focale dell’elaborazione, ma soprattutto è finalizzato ad una prospettiva di utilizzo del sistema informativo



Fig. 3 – Virtual Rome: front end. Un momento dell’esplorazione della zona dei Fori come appare oggi sulle foto aeree e come è stata descritta dal Lanciani nella sua Forma Urbis.

che abbatta l’artificiosa separazione spesso sottolineata fra i domini di ricerca e divulgazione. Il back-end di OSG4Web consente infatti contemporaneamente agli studiosi di sperimentare nuove ipotesi di ricerca sul paesaggio antico, e agli utenti più diversi di navigarlo, anche attraverso percorsi didattici specifici.

Il paesaggio tridimensionale navigabile on-line della Roma del II secolo comprende ora la ricostruzione dell'intero paesaggio dell'Agro (risoluzione 10-100 m), con alcune zone della città di cui sono disponibili anche i monumenti in 3 dimensioni esplorabili a maggiore dettaglio, ovvero i Fori Imperiali, il parco archeologico dell'Appia Antica, alcuni siti lungo la Via Flaminia, compresa la Villa di Livia a Prima Porta, visitabile interamente anche all'interno. Siti, monumenti e aree archeologiche sono così interconnessi con il proprio contesto paesaggistico e ricostruiti sulla base della topografia attuale e potenziale.

Il territorio intorno a Roma è stato ricostruito filologicamente sulla base di dati documentari e paleo-ambientali, elaborati attraverso tecniche di analisi spaziale a partire dalla geomorfologia, dalla carta dell'uso del suolo e dai dati archeologici disponibili.

L'area del Pomerio è stata caratterizzata con la visualizzazione in trasparenza della Forma Urbis del Lanciani, in modo da costituire al tempo stesso una base di riflessione topografica e un riferimento sperimentale (Fig. 3). Si tratta di una delle possibili visioni di Roma, un *mindscape* che utilizza questa particolare mappa che racchiude in sé già l'interpretazione di un grande archeologo, quale il Lanciani, e offre interessanti spunti di riflessione. È possibile però in maniera semplice aggiungere e sovrapporre altre mappe utili alla lettura ed interpretazione del paesaggio urbano. Tutti i dati infatti sono georeferenziati e vengono elaborati prima di tutto da software GIS per poi essere processati da un "terrain generator", sempre geo-based, ovvero da uno strumento per la generazione di un terreno tridimensionale. Una volta ottenuta o elaborata, una cartografia può entrare dinamicamente a far parte di Virtual Rome, trasformandosi in un nuova possibile alternativa, uno "switch". Gli elementi vettoriali e i modelli 3D, essendo livelli indipendenti, possono essere caricati e visualizzati al di sopra di diverse "visioni", mappe o paesaggi, contribuendo ad incrementare il valore cognitivo dell'esperienza. Il back-end consente di rendere possibili in maniera semplice queste complesse operazioni.

### 3. OSG4WEB: IL PLUGIN

OSG4Web è pensato come un progetto open source in continuo sviluppo. Virtual Rome è la piattaforma VR Web-GIS realizzata per Seat che utilizza una delle versioni del plug-in, in cui sono implementate le seguenti caratteristiche:

- Run-time OSG4Web completamente open source;
- libreria 3D OpenSceneGraph basata su OpenGL e distribuita con licenza LGPL;
- strato cross platform e cross browser;
- la libreria di base cross platform (Linux, Windows, OSX).

Il plugin attualmente utilizzato per [www.virtualrome.it](http://www.virtualrome.it) è disponibile come estensione di Firefox per Windows. È stato testato su macchine di fascia media (laptop recenti con schede Nvidia) dove raggiunge una soddisfacente stabilità; non funziona su hardware molto datato e presenta alcuni difetti su schede Intel e su schede ATI di vecchia generazione. Sono stati avviati test preliminari su Linux utilizzando la medesima libreria, ma senza le funzionalità avanzate di interazione javascript.

La gestione dello “streaming”, ovvero del download parcellizzato di componenti della scena, è affidato alla libreria OpenSceneGraph che lo implementa tramite una tecnica di “paging” che si basa solo su protocollo http.

Attualmente la versione più aggiornata dei sorgenti utilizzati per il plugin in Virtual Rome si trova nel repository di tipo Bazaar<sup>1</sup>.

Per la navigazione nel paesaggio è stato implementato un sistema dedicato di esplorazione che sfrutta mouse e tastiera e include: funzionalità di volo (fly), cammino (walk) e collision, attivazione di percorsi di visita, punti di vista e switch, oltre a strumenti di navigazione quali l’altimetro, la bussola e la possibilità di osservare il livello di caricamento dei modelli nel browser (FANINI in questo volume).

#### 4. EDITING DELLA SCENA 3D: BACK-END

La ricostruzione digitale di contenuti per la valorizzazione del patrimonio culturale ha fatto passi da gigante negli ultimi anni, in parallelo con le tecniche per presentare i contenuti stessi in una maniera la più multiforme ed efficace possibile: tra queste l’ausilio del web per mostrare scenari tridimensionali complessi.

Questo medium di comunicazione apre le porte a una serie di nuove possibilità di interazione, in cui l’utente non subisce più in modo passivo le informazioni, ma è parte attiva, ad esempio attraverso l’esplorazione autonoma di uno scenario virtuale (e.g. GUIDI *et al.* 2005; DE FELICE, SIBILANO, VOLPE 2008) e l’interrogazione degli elementi della scena (e.g. BOCCHI 1999; FORTE 2003; GUIDAZZOLI *et al.* 2005; CORALINI, SCAGLIARINI 2007). Il framework sviluppato da CNR e CINECA e basato su OSG4Web tenta fra l’altro di rispondere a queste esigenze, attraverso lo sviluppo del sistema di gestione dei contenuti localizzati in server web e strutturati in repository (CMS).

La più recente e decisiva implementazione consiste infatti nell’aver reso disponibile, parallelamente al pacchetto per la navigazione nel VR Web-GIS, un sistema di gestione (tramite GUI) del repository di riferimento, e di creazione

<sup>1</sup> Bazar: <http://bazaar-vcs.org/>; Codice di OSG4Web: [http://3d.cineca.it/storage/prove\\_repo/OSG4Web\\_bazar](http://3d.cineca.it/storage/prove_repo/OSG4Web_bazar). Lo sviluppo sul porting Linux si trova all’indirizzo: [http://3d.cineca.it/storage/bazaar\\_repo/BrowserEmbed/test](http://3d.cineca.it/storage/bazaar_repo/BrowserEmbed/test).

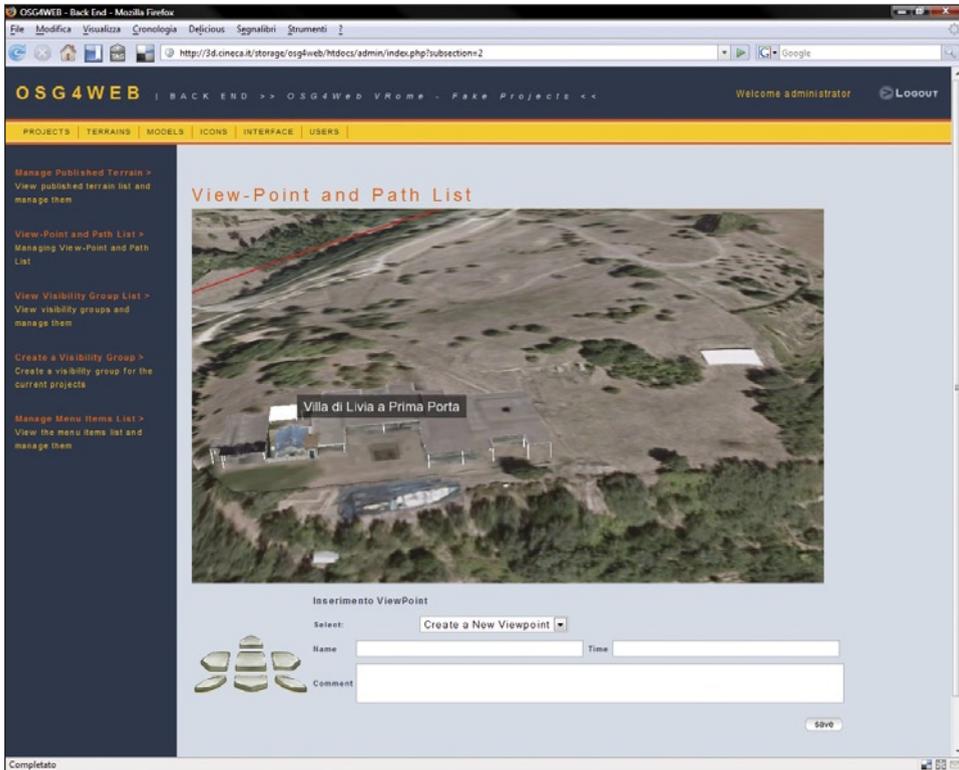


Fig. 4 – Selezione di punti di vista all'interno del back-end.

ed editing di progetti, percorsi, modelli e terreni. Tale sistema si basa su una gerarchia di permessi che consentono a diversi utenti di poter interagire con privilegi differenziati sulla manipolazione del paesaggio.

Ci siamo resi conto infatti che il collo di bottiglia nella creazione di paesaggi esplorabili in 3D on-line era la creazione stessa della scena che richiedeva di delegare tutto al programmatore, mentre lo strumento che avevamo usato per realizzare il sistema poteva, con un'interfaccia adeguata, divenire lo strumento aperto, framework per la creazione dei progetti.

Nel back-end (CMS) l'utente ha la possibilità di importare contenuti tridimensionali: terreni 3D, modelli 3D di monumenti, siti, reperti o della vegetazione, layer vettoriali. Può inoltre includere contenuti grafici (icone) o multimediali (pagine web di approfondimento, filmati, immagini, etc.). Tali contenuti, pur rimanendo nel repository di riferimento, possono essere manipolati (posizionati, modificati, eliminati) attraverso lo stesso back-end,

che fornisce inoltre il *template* grafico personalizzabile della pagina web (front-end). Quest'ultima, contenendo la finestra di navigazione, costituisce l'interfaccia di accesso all'intero complesso di dati.

La caratteristica peculiare è che tutto avviene da remoto, il che rende il sistema un rapido strumento per l'editing e l'eventuale authoring multiutente di contenuti tridimensionali.

Dal back-end è possibile anche impostare in maniera semplice ed intuitiva punti di vista e percorsi automatici di visita (Fig. 4). Il plug-in OSG4Web, integrato nel CMS, infatti, consente di scegliere e salvare dinamicamente le viste e i percorsi preferiti.

Di seguito sono elencate le azioni possibili all'interno del CMS:

- gestione di librerie di terreni;
- gestione di librerie di modelli 3D;
- gestione di librerie della vegetazione;
- posizionamento di modelli 3D sulla scena tramite coordinate geografiche (x, y, z eventualmente rotation e scale);
- assegnazione al modello 3D di meta-informazioni:
  - . tooltip
  - . external link (html di approfondimento, contenuti multimediali);
- aggiunta di punti di vista e percorsi direttamente in 3D;
- aggiunta o modifica di icone interattive nel front-end e impostazione dei comportamenti attivabili;
- creazione e gestione dei tematismi singolarmente o per gruppi.

L'integrazione con meta-informazioni di vario genere è possibile grazie all'utilizzo di formati 3D aperti (formato \*.osg). I modelli 3D infatti possono essere editati, durante le operazioni di modifica della scena, con l'aggiunta di appositi *tag*, poi riconoscibili dal plug-in di visualizzazione 3D.

Il sistema funziona completamente da browser, ed è stato sviluppato interamente in C++ per quanto riguarda le operazioni legate all'ambiente 3D, e in PHP e JavaScript per la parte di interfaccia utente.

#### 4. CONCLUSIONI

La road-map prevede di integrare due nuove funzioni in corso di sviluppo nel back-end: una funzione avanzata di posizionamento e modifica dei modelli 3D e un sistema di integrazione paginata della vegetazione all'interno del grafo della scena (Virtual Gardener).

Abbiamo individuato alcuni elementi estremamente positivi nello sviluppo del progetto. L'utilizzo ad esempio di formati aperti ha consentito il riutilizzo costante di modelli creati nel corso degli anni. La struttura del progetto ha inoltre incentivato tutto il team a collaborare e condividere i dati,

motivandolo a verificare in tempi più rapidi eventuali problematiche. Il sistema appare particolarmente adatto per l'interazione interdisciplinare, attività fondamentale nel campo dell'interpretazione e ricostruzione del paesaggio.

Sono altresì emerse talune problematiche, comuni ad altri progetti open source, quali il mantenimento del codice, la complessità di utilizzo degli strumenti da parte di utenti non esperti e la difficoltà a mantenere una documentazione aggiornata.

Si prevede nel prossimo futuro di ampliare ulteriormente il progetto, consentendo di aprirlo ad altri ambiti relativi all'archeologia virtuale, configurandosi così come ambiente cooperativo tridimensionale e punto di riferimento per diverse comunità virtuali, consentendo una continua rielaborazione del paesaggio archeologico attraverso l'integrazione di diversi progetti e centri di ricerca.

SOFIA PESCARIN, AUGUSTO PALOMBINI  
CNR - ITABC – Roma

LUIGI CALORI, ANDREA NEGRI  
CINECA – Bologna

### *Ringraziamenti*

Direzione scientifica: S. Pescarin, M. Forte; Software Design: C. Camporesi, L. Calori; Programmatori: C. Camporesi, B. Fanini (CNR ITABC); L. Calori, S. Imboden, A. Negri, T. Diamanti (CINECA); Web programmers e grafica: C. Camporesi, M. Pescarin, C. Albano; Ricostruzione del paesaggio: S. Pescarin, A. Palombini, V. Vassallo; Modellazione 3D: F. Galeazzi, M. di Ioia, A. Moro, E. Pietroni, L. Vico (ITABC); F. Delli Ponti (CINECA); Multimedia contents: V. Vassallo, E. Pietroni, B. Trabassi (ITABC). Finanziamenti: Seat Pagine Gialle e Promoroma-Camera di Commercio di Roma. Vorremmo inoltre ringraziare per le immagini aereofotografiche: Nuova Telespazio e per i dati archeologici e ambientali: Sovrintendenza Comunale di Roma, Dipartimento X Politiche Ambientali ed Agricole; A. Arnoldus-Huyzendveld (Digiter).

### BIBLIOGRAFIA

- BOCCHI F. 1999, *Medieval Metropolises Metropoli medievali. Proceedings of the Congress of the Atlas Working Group, International Commission for the history of towns (Bologna, 8-10 maggio 1997)*, Bologna, Grafis.
- CORALINI A., SCAGLIARINI D. (eds.) 2007, *Ut Natura Ars. Virtual Reality e archeologia. Studi e Scavi*, Imola, University Press.
- DE FELICE G., SIBILANO G., VOLPE G. 2008, *L'informatica e il metodo della stratigrafia, Atti del Workshop (Foggia, 6-7 giugno 2008)*, Bari, Edipuglia.
- FORTE M. 2003, *The Remote Sensing. Project for the Archaeological landscape of Aksum (Ethiopia)*, in M. FORTE, P.R. WILLIAMS (eds.), *The Reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies*, BAR International Series, Oxford, Archaeopress., 81-93.
- FORTE M. (ed.) 2007, *La villa di Livia: un percorso di ricerca di archeologia virtuale*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 111-119.

- FORTE M., PESCARIN S., PIETRONI E. 2005, *The Appia Antica Project*, in M. FORTE (ed.), *The Reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies, Proceedings of the 2nd Italy-USA Workshop (Rome, November 3-5 2003, Berkeley, USA, May 2005)*, BAR International Series 1379, Oxford, Archaeopress, 79-92.
- FORTE M., PESCARIN S., GUIDAZZOLI A., LIGUORI M.C., FELICORI M. 2005, *To Landscape Virtual Museums*, in M. FORTE (ed.), *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, Oxford, Archaeopress.
- GUIDI G., FRISHER B., CAROSSO L., CIOCI A., DE SIMONE M., GRASSO T., MICOLI L.L., RUSSO M., SPINETTI A. 2005, *Virtualizing Ancient Rome: 3D acquisition and modeling of a large plaster-of-Paris model of imperial Rome*, in E.H. BERARD, W. GRUEN (eds.), *Videometrics VIII, 18-20 jan 2005*, Sg. Josè, California, SPIE, 5665, 119-133.
- PESCARIN S., CALORI L., CAMPORESI C., DI IOIA M., FORTE M., GALEAZZI F., IMBODEN S., MORO A., PALOMBINI A., 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, K. RODRIGUEZ-ECHAVARRIA (eds.), *VAST 2008. 9th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Eurographics Symposium, Proceedings, Aire-la-Ville. Switzerland, Publ. Eurographics Association*, 109-113.

#### ABSTRACT

Virtual Rome Project ([www.virtualrome.it](http://www.virtualrome.it)) has developed a VR Web-GIS application, with front-end and back-end on line solutions, for the interpretation, reconstruction and 3D exploration of archaeological and potential historical landscapes of Rome. The paper discusses the collaborative environment developed by the project for the back-end.