

GIS E ARCHEOLOGIA COGNITIVA. LA RICOSTRUZIONE DEL PAESAGGIO ARCHEOLOGICO

GIS AND COGNITIVE ARCHAEOLOGY. RECONSTRUCTION OF ARCHAEOLOGICAL LANDSCAPE.

Maurizio Forte

maurizio.forte@milib.cnr.it

Riassunto

Il tema della ricostruzione di paesaggi archeologici attraverso tecnologie digitali deve contemplare una musealizzazione territoriale, ovvero la creazione di un museo virtuale del territorio, dunque un contesto.

Questo significa ricreare un contesto eco-cognitivo di dati spaziali connettivi, una Mappa del territorio nella definizione di Korzybsky-Bateson. Secondo questa logica ricostruttiva la virtualizzazione corrisponde a un processo di conoscenza e valorizzazione del paesaggio. Infatti, in termini di CRM (Cultural Resource Management), acronimo relativo alla gestione delle risorse culturali, dobbiamo immaginare una mutua interazione fra lavoro sul campo, GIS, beni culturali, realtà virtuale e territorio (dunque memoria sociale, identità culturale). Valore e interpretazione di un territorio dipendono dalle memorie sociali e culturali (*mindscapes*) e dall'acquisizione di dati sul terreno, le applicazioni di realtà virtuale rappresentano la "mappa" e il codice per incrementare il valore e la classificazione del paesaggio per il CRM (modelli economici del territorio).

Il processo semiotico di alfabetizzazione del paesaggio è fondamentale per la creazione di musei virtuali di ampi contesti territoriali ed anche per la realizzazione di nuove interfacce cognitive uomo-macchina. E' evidente che la ricerca in questo campo è solo all'inizio, ma è altresì importante cercare di disegnare i possibili scenari dei futuri ambienti virtuali per standardizzare i processi spaziali di ricostruzione.

PAROLE CHIAVE: GIS 3D, sistemi CMR, territorio, paesaggio, identità culturale, musei virtuali.

dssg_firenze

Summary

Diachronic and visual analysis for the classification of the archaeological landscape is a key concept in understanding the complex evolution of the anthropic factors for settlement patterns, use of resources, and social, political, and economic relationships connecting the study of the past with the present. Because of the complexity of this approach in our research, input from different fields is essential, including archaeology, the environmental sciences, GIS, remote sensing, geology, anthropology and the other social sciences.

“The map is not the territory...” (Bateson), and, in digital language, GIS is not the landscape, because it cannot represent a complex dataset, such as a landscape. In recent scientific literature the relationships between the landscape and cognitive archaeology have been studied, especially in two significant contributions: *The Ancient Mind* (Renfrew and Zubrow, 1994) and *Semiotics of Landscape. Archaeology of Mind* (Nash, 1997). Post-processualist archaeology is also studying GIS spatial applications, for reconstructing past landscapes (mainly “resource landscapes”) using viewshed and cost surface analyses (on the last, see Van Leusen, 1999). Since the late 1980s a significant number of these spatial applications have been undertaken, specifically with cognitive aims (Van Leusen and Gaffney, 1995). The issue is very complex because it involves methodological, epistemological and technological aspects: How can we represent archaeological landscapes? How is the landscape perceived? What is the difference between the real and imaginary landscape? How is it possible to describe an archaeological landscape? The complexity of the issues is evident: for analysing, describing and representing an ancient landscape, spatial techniques, epistemological, archaeological and anthropological approaches are needed.

Furthermore, we think that for a reconstruction of the cognitive landscape an integrated methodology is needed consisting of digital spatial technologies (GIS, remote sensing, virtual reality) and epistemological discussions. The conditions for interpreting an archaeological landscape mainly depend in large part on many factors of visual representation (M. van Leusen 1999). In fact, visibility, perception, cognition and communication represent the main factors of knowledge of the landscape, especially the ancient landscape. A distinction between perception and cognition has been mentioned

by M. Van Leusen (Van Leusen 1999), in which perception is “the simple act of being aware of the landscape...” and cognitive archaeology is “the study of past ways of thought as inferred from materials remains” (Renfrew and Zubrow 1994). In Nash (1997), the “landscape, comprising natural features, is a series of stories that are constructed through time and space and formulate a series of histories; not history”.

KEY WORDS: GIS 3D, CMR systems, territory, landscape, cultural identity, virtual museums.

Paesaggio, informazione e contesto

“Without context there is no communication” (Bateson 1972), la definizione di Bateson è forse il migliore manifesto cibernetico per introdurre il tema della contestualizzazione dell’informazione archeologica, senza contesto non vi può essere comunicazione di dati, dunque interpretazione e significatività di eventi connessi.

L’aspetto epistemologico più interessante delle ricostruzioni virtuali in archeologia è rappresentato dal fatto che, nell’elaborazione digitale e in real time di dati complessi, il tutto è sempre maggiore della somma delle parti (Forte, 2000). Questa valutazione è ancora più pregnante per quanto riguarda lo studio e la rappresentazione del paesaggio archeologico: la percezione dell’insieme è interpretabile attraverso una mappa mentale, ovvero, nel nostro caso, attraverso un’alfabetizzazione digitale dell’insieme. Gli elementi connettivi, simbolici, naturali, sociali e antropici del territorio costruiscono la visione del paesaggio e il nostro orizzonte cognitivo. Infatti secondo il teorema di Alfred Korzybski “la mappa non è il territorio” (Korzybski, 1941), perché, se così fosse, se cioè la mappa fosse uguale al territorio, non potremmo avanzare alcuna interpretazione. La mappa, nel nostro caso, è rappresentata dai sistemi di realtà virtuale e dalle applicazioni GIS tridimensionali.

In questo contributo si affronterà il problema della ricostruzione virtuale dei paesaggi archeologici in relazione alle tematiche della percezione, dell’antropologia e della musealizzazione del paesaggio archeologico. La musealizzazione virtuale di un territorio, infatti, non può prescindere dall’elaborazione di dati spaziali e, soprattutto, deve riportare in un cyberspazio alfabetizzato (mappa) quanto esiste in uno spazio non decodificato (territorio).

“Come ogni rappresentazione geografica il virtuale scava pozzi di senso al di sotto della platezza fisica immediata (Levy, 1997), infatti “tutta la geografia, effettivamente, non è altro che la virtualizzazione dello spazio: lo spostamento nel campo del linguaggio della relazione fra l’uomo e la terra (Giorda, 2000).

GIS e archeologia cognitiva

Il termine archeologia cognitiva è stato introdotto all’inizio degli anni’80 (Renfrew, 1982; Renfrew, Zubrow, 1994) per focalizzare l’attenzione della ricerca verso i processi cognitivi del pensiero antico e del comportamento sociale-simbolico. Nella ricerca e nell’interpretazione del dato archeologico gli oggetti indagati sono tipicamente artefatti, fauna, stratigrafie, strutture, edifici, ovvero i prodotti dell’attività umana, ma molte di queste informazioni (spesso in parte o in toto decontestualizzate) devono essere ricondotte all’elaborazione dei processi mentali che li hanno generati. Il rischio di una iperclassificazione analitica, ad esempio la tipologia delle classi ceramiche e di altri reperti, non sostenuta da un’adeguata riflessione antropologica e culturale, può portare la ricerca archeologica ad avere una dettagliata conoscenza formale dell’oggetto, ma nessuna conoscenza dell’uomo e del pensiero antico. Sapere tutto del prodotto ma nulla del produttore non aiuta la ricerca archeologica ad approfondire le problematiche dell’organizzazione sociale e cognitiva del paleoambiente e soprattutto porta a una progressiva polverizzazione della disciplina fra saperi specialistici non connessi.

Di qui l’importanza dell’archeologia cognitiva, in relazione alla potenzialità di rigenerare mappe mentali e processi cognitivi, soprattutto nei casi in cui la documentazione storica è pressoché assente e dunque la ricostruzione dell’antico deve prendere le mosse dalla cultura materiale e dall’elaborazione delle attività svolte in passato. L’archeologia cognitiva indaga la dinamicità degli eventi come proiezione e riflesso antropologico della cultura materiale, dell’antropizzazione dello spazio, della territorializzazione del paesaggio.

Gli studi di archeologia cognitiva si sono sviluppati all’inizio soprattutto nell’ambito delle scienze preistoriche (Renfrew et alii, 1993) e nell’analisi di fenomeni complessi come lo sviluppo dell’agricoltura e delle società stato. Per altro Renfrew (1982, 1994) ha anche sottolineato il rischio di “sovrapposizione” delle mappe cognitive fra passato e

presente; la possibilità cioè che nel procedimento archeologico deduttivo l'archeologo contemporaneo inserisca le proprie mappe mentali, in parte compromettendo e influenzando l'interpretazione conclusiva. In questo caso la mappa mentale definitiva è "altro" rispetto ai dati disponibili: l'utilizzo di mappe mentali comporta per necessità la deterritorializzazione delle informazioni spaziali in altri contesti cognitivi. Compito difficile ma indispensabile è tradurre questi codici cognitivi in rappresentazioni, comunicazioni e fruizioni digitali.

Nell'ormai vasto ambito di studi che riguardano l'archeologia cognitiva si possono distinguere tre grandi macro classificazioni: l'archeologia postprocessuale (studio del comportamento umano e della società), l'archeologia processuale-cognitiva (cognitività, società e contesto), l'archeologia evolutivamente cognitiva (evoluzione della mente umana). L'integrazione metodologica delle tre classi (Shanks, Tilley, 1992; Tilley, 1994; Renfrew, Zubrow, 1994; Hodder, 1999) riporta la discussione allo studio e alla comprensione dei processi di trasmissione culturale e di organizzazione sociale del mondo antico, passando attraverso l'analisi dell'economia, della società, della tecnologia e dell'ambiente. Dunque, "ogni realtà sociale è, per prima cosa, spazio" come è ben noto in tutta la letteratura relativa all'antropologia del paesaggio (Braudel 1978, 9; Lai, 2000).

Quello che forse è più eclatante nella letteratura recente, è che la focalizzazione della ricerca archeologica sulle tecniche spaziali e sulla percettibilità del paesaggio, segue intensivamente le tracce del GIS (Allen et alii, 1990; Tilley, 1994; Renfrew, Zubrow, 1994; Gillings et alii, 2000; Gillings Wheatley 2000; Latalova, Raczkowski, Tschan, 2000; Llobera, 2000, Lock, 2000), mentre è importante ritrovarne le lontane origini storiche e metodologiche negli studi di antropologia del paesaggio (Gibson 1950, 1979 e cfr. la bibliografia in Lai, 2000). Inoltre è del tutto evidente come il GIS non possa soddisfare se non in parte le istanze antropologiche dell'archeologia cognitiva; i processi di percezione, apprendimento e interpretazione del paesaggio archeologico attraversano tutti i campi dell'analisi spaziale (i.e. Zubrow, 1994; Witcher, 1999), con risultati promettenti ma assai lontani da un approccio multifattoriale e multisensoriale.

Pur riconoscendo la grande importanza delle tecniche di analisi e simulazione spaziale, come le viewshed (visibilità) e le cost analyses (analisi del costo), diretta filiazione delle

tecnologie GIS, riteniamo che il migliore ambiente di sviluppo percettivo-cognitivo per la rappresentazione e classificazione del paesaggio siano i sistemi di realtà virtuale. Le tecnologie di realtà virtuale sono infatti le uniche a permettere una vera e propria integrazione (anche se ancora parziale) di processi psico-percettivi ad alto livello di alfabetizzazione, con straordinarie ricadute dal punto di vista psico-cognitivo. La realtà virtuale può quindi costituire la mappa del territorio, ovvero la cartografia computazionale del paesaggio storico e archeologico.

GIS, epistemologia e paesaggi mentali

“La mappa non è il territorio” è un principio reso famoso da Alfred Korzybski (Korzybski, 1941) secondo il quale (Bateson 1972) “... quando c’è pensiero o percezione, oppure comunicazione sulla percezione vi è una trasformazione, una codificazione, tra la cosa comunicata, la Ding an sich, e la sua comunicazione”. Secondo Bateson la mappa è “una specie di effetto che assomma le differenze, che organizza le notizie di differenze del territorio (p.149).

A livello cognitivo, ‘vedere’ un oggetto significa crearsene un’immagine, una mappa interna che non è l’oggetto esterno. Per comunicare, usiamo dei segni che *stanno per* qualcosa d’altro; sono astrazioni, ‘finzioni’. I ‘fatti’, i ‘fenomeni’, sono dunque ‘apparenze’, in quanto elaborazioni cognitive che, nella comunicazione, subiscono un’ulteriore elaborazione.

Questa considerazione ci deve far riflettere anche sulle proprietà di rappresentazione e cognizione del GIS rispetto alla conoscenza, all’analisi e all’interpretazione del territorio e del paesaggio storico e archeologico. Generalmente si intende come paesaggio storico, un modello di dati descrivibile integralmente da fonti documentarie (orali e testuali) e solo in parte dal “costruito”, e come paesaggio archeologico un modello di fonti materiali, ovvero tutto ciò che residua diacronicamente dall’“insediato”. Entrambe le definizioni sono comunque convenzionali e si riferiscono alle tipologie di dati necessarie per la ricostruzione, ma ogni paesaggio è storico e archeologico assieme.

La costruzione della mappa è finalizzata a una rappresentazione più o meno astratta del territorio. “Appartiene alla natura della mappa rappresentare il territorio secondo un

ordine di segni in quanto essa è volta al territorio... La mappa e il territorio appartengono, pur nelle loro differenze, a un unico sistema semiotico. Riconoscere che la mappa non è il territorio è come stabilire una regola d'azione, il suo significato sta nell'uso." (Padovani, 1998). In questo senso possiamo intendere la mappa come un paesaggio mentale, perché la mente "dà ragione" del territorio; mentre secondo Bateson è il territorio verso cui è diretto l'agire dell'uomo.

In ambito sia archeologico che puramente tecnologico, lo studio dei sistemi informativi geografici comporta necessariamente alcune riflessioni epistemologiche, forse ancora episodiche nella letteratura scientifica (Allen et alii, 1990; Forte, 1993, 1995, 2000a; Renfrew, Zubrow, 1994; Gaffney et alii 1996; Nash, 1997; Robinson, Zubrow, 1999; Chapman 2000; Barcelo, Forte, Sanders, 2000), ma di indubbia rilevanza. Il presupposto da cui partire è l'elaborazione dei processi spaziali e la simulazione di mappe mentali per la ricostruzione del territorio antico. Che cosa avviene nell'elaborazione dei dati geografici e spaziali (Hodder, 1999) ? Che comportamento hanno queste categorie ? Che tipo di conoscenza è quella che si produce dalle relazioni spaziali ?

L'elemento focale della discussione riguarda le prospettive del GIS e della realtà virtuale (o forse di un *virtual GIS*) in quanto strumento di conoscenza, di apprendimento progressivo rispetto al valore semantico delle mappe prodotte e ontologicamente riproducibili. Intanto va riaffermato quanto menzionato nell'introduzione e cioè che un progetto GIS prevede un contesto informativo che, in quanto tale, è finalizzato a un incremento strutturale di informazione (il tutto è maggiore delle singole componenti). La composizione del data-entry digitale, nella sua complessità, costituisce il contesto, l'interazione fra i dati e i processi spaziali (le elaborazioni) ne costituisce il modello cognitivo, cioè il prodotto della conoscenza attraverso la "differenza" intesa in senso batesoniano (Bateson 1979)

Ma come avviene il processo di conoscenza nel GIS per l'archeologia del paesaggio ? Quali sono o potrebbero essere i meccanismi percettivi ?

"Una mente è un aggregato di parti o componenti interagenti.

L'interazione fra le parti della mente è attivata dalla differenza e la differenza è un fenomeno asostanziale, non situato nello spazio o nel tempo; più che all'energia, la differenza è legata all'entropia e all'entropia negativa.

Il processo mentale richiede un'energia collaterale.

Il processo mentale richiede catene di determinazione circolari (o più complesse).

Nel processo mentale gli effetti della differenza devono essere considerati come trasformati (cioè versioni codificate) della differenza che li ha preceduti. Le regole di questa trasformazione devono essere relativamente stabili (cioè più stabili del contenuto), ma a loro volta soggette a trasformazione.

La descrizione e la classificazione di questi processi di trasformazione rivelano una gerarchia di tipi logici immanenti ai fenomeni” (Bateson 1979, 126).

La teoria batesoniana della conoscenza ci pare del tutto consona a spiegare i meccanismi di elaborazione dei GIS: i dati di per sé sono oggetti neutri, la conoscenza di un sistema spaziale avviene per l'interazione (la differenza) fra le parti che lo compongono o per la simulazione di eventi connessi. In un'altra enunciazione (discussione del punto 5 dell'elenco summenzionato) Bateson cita “... la famosa asserzione generale di Korzybski, secondo la quale la *mappa non è il territorio*”; e ancora “ noi vediamo la mappa come una specie di effetto che assomma le differenze, che organizza le notizie di differenze del territorio. La mappa di Korzybski... ridotta ai suoi termini più semplici... dice che l'effetto non è la causa” (Bateson 1979, 149). Questa metafora ci illustra in modo straordinario la grande differenza che passa fra lo spazio reale, il territorio, e lo spazio descrittivo, ovvero la sua rappresentazione, la mappa. Senza il linguaggio grammaticale e metaforico della mappa non sarebbe data al GIS né ad altri sistemi, alcuna facoltà di classificazione o di interpretazione; rispetto alla cartografia tradizionale però, il GIS è in grado di produrre una quasi indefinita quantità di mappe e rappresentazioni. La facoltà di analizzare così in dettaglio dati archeologici georeferenziati offre grandi potenzialità di ricerca, ma non risolve di per sé il problema cruciale della conoscenza dello spazio antico: la ricostruzione del paesaggio attraverso mappe mentali. E cioè: come si viveva, si vedeva, si immaginava lo spazio, il territorio, il paesaggio in antico ? Quali elementi lo classificavano e che valore avevano ? E nell'ambito di uno stesso sistema insediativo, gli abitanti guardavano al territorio in modo differente rispetto al proprio ruolo o gerarchia (De Guio, 1991) ? E gli spazi di confine e di frontiera che impatto creavano nei rispettivi versanti di popolazioni etnicamente diverse o contrapposte ?

A domande così complesse, le analisi spaziali, modelli predittivi o di visibilità, non possono dare risposte del tutto soddisfacenti, ma in un progetto di ricostruzione e rappresentazione territoriale diacronica si deve tenere conto il più possibile di questi fattori. Per questo motivo soltanto in un ambiente virtuale a interazione dinamica in tempo reale si potranno tentare modellazioni e simulazioni così complesse.

Le mappe mentali e cognitive (Renfrew, 1982; Renfrew, 1984; Gaffney et alii, 1996; Renfrew, Zubrow, 1994; Zubrow, 1994) definiscono appunto lo spazio introspettivo (cognitivo) del paesaggio percepito, non un orizzonte meramente geografico-topologico, del visibile-visuale, ma un orizzonte di paesaggi significanti, narrativi, collettivi, impressi nella memoria, antropologizzati.

A seguire, rispetto allo stato della letteratura scientifica e ai problemi di ricostruzione virtuale, sono riassunte e descritte le qualità cognitive del paesaggio archeologico: sociale-simbolico, geometrico-topologico, gerarchico-di potere, visuale, espressivo-artefatto, mentale, immaginario-narrativo, semiotico, connesso-interconnesso, naturale, spazio-temporale, simulato-grafico, simulato-virtuale, virtuale-dinamico, politico-identificativo, mindscape. Ogni attributo rappresenta un contesto qualitativo del paesaggio e dunque una possibile proprietà digitale da costruire virtualmente.

Sociale-simbolico. La conoscenza socio-rituale e la consapevolezza del modo in cui venivano percepite le cose all'interno dei propri confini è fondamentale per la formulazione del senso di appartenenza. La presenza di indicatori-descrittori sociali, antropologici o rituali (markers del paesaggio) segmenta il territorio in termini gerarchici (alfabetizzazione simbolica). La memoria e il senso del confine delimitano topologicamente il senso di appartenenza.

Geometrico-topologico. La geometria del paesaggio è la proprietà di descrivere superfici e volumi (intervisibilità, DEM, panorami, orizzonti). La maggior parte delle analisi spaziali nel GIS contempla soprattutto questi fattori descrittivi.

Gerarchico-di potere. La costruzione di paesaggi antropici segue regole di potere, in modo che la percezione avvenga attraverso passaggi gerarchici (livelli di importanza) fra sistemi insediativi e fra sito e sito (gerarchizzazione politica non simbolica).

Visuale. La visualità è la proprietà di vedere territori (propri e altrui) senza il

condizionamento delle mappe mentali e dei processi cognitivi gerarchici. Corrisponde alla proprietà, puramente teorica, di vedere senza interpretare; ad esempio alcuni algoritmi GIS si utilizzano per esplorare il campo visuale a partire dai modelli digitali del terreno.

Espressivo-artefatto. “Il paesaggio utilizza un linguaggio dell’artefatto, cioè un oggetto che è creato dall’uomo e che incorpora i principi di organizzazione e classificazione all’interno dell’esperienza umana” (Nash, 1997).

Mentale. La percezione del paesaggio attraverso mappe mentali costituisce la grammatica dell’antropologia visuale.

Immaginario-narrativo. L’evocazione del paesaggio come narrazione riproduce i luoghi della mente, ripercorre quelli della memoria e descrive lo stato di “potenza” anche attraverso la mitistoria (il paesaggio è quello che si racconta o si potrebbe raccontare). Conservazione della memoria del paesaggio significa conservazione dell’identità culturale. Un paesaggio narrativo (Ashmore, Knapp, 1999, 12-19) descrive la qualità di una memoria collettiva (ad esempio attraverso leggende, luoghi immaginari ma significativi dell’appartenenza ad uno spazio eletto).

Semiotico. Ogni paesaggio è comprensibile grazie a diversi linguaggi e grammatiche. La costruzione di un linguaggio antropico contempla l’utilizzo di un linguaggio comune per esprimere la mente/mentalità della comunità. La semiotica costruisce l’alfabeto dell’immaginario e della memoria sociale e collettiva.

Connesso-inter-connesso. Il paesaggio è un contesto in cui l’intero è più significativo della somma delle sue parti. La connettività delle informazioni rappresenta i contesti e dunque la comunicazione degli eventi.

Naturale. La qualità “naturale” nella percezione del paesaggio è puramente teoretica e contempla una conoscenza neutrale senza attribuzione di valori gerarchici alle informazioni.

Spazio-temporale. “Il paesaggio rappresenta una serie di spazi che diventano luoghi, stabilendo così un territorio... Nel percepire mentalmente l’idea di luogo il nostro corpo diventa parte del paesaggio costituendo così un senso di spazio [...]” (Nash 1997: 1-2). Le qualità diacroniche del paesaggio costituiscono di per sé un altro contesto, cioè nell’informazione diacronica risiede un’altra interpretazione.

Simulato-Grafico. Il paesaggio archeologico viene ricostruito graficamente o in computer grafica senza nessun tipo di interazione dinamica (visualità grafica).

Simulato-Virtuale. All'interno di una ricostruzione in realtà virtuale esiste una interazione passiva (l'utente naviga e visualizza il modello) e una interazione attiva (con scambio di comportamenti tra l'ambiente, utente ed eventi, Forte 2000). Entrambe le interazioni riproducono contesti. Nell'evoluzione di un ecosistema digitale si devono contemplare i comportamenti fra attori (ad esempio eventi naturali o azioni antropiche) e recettori (l'ambiente).

Virtuale-dinamico. La percezione del paesaggio può avvenire anche attraverso la percezione/interpretazione dinamica dei modelli virtuali (camminando o a volo d'uccello).

Politico-identificativo. I confini del territorio stabiliscono appartenenza, e identità al paesaggio sulla base delle relazioni e dei simboli di potere.

Mindscape. Mind (mente)-landscape (paesaggio) definisce la possibilità di leggere il paesaggio attraverso rappresentazioni cognitive, cioè il paesaggio mentale. Comprende tutte le altre qualità descrittive nell'ambito ontologico di uno spazio deterritorializzato e virtualmente ricostruito (la "mappa").

In sociologia e antropologia sociale il concetto di mindscape definisce gli aspetti cognitivi dell'apprendimento e del comportamento umani: "Più di ogni altra scienza della mente, la sociologia cognitiva sottolinea il fatto che quanto elaboriamo con la nostra mente deriva anche dal nostro comportamento sociale. Nel ricercare la dimensione sociale della nostra cognizione, ci dobbiamo rammentare che noi pensiamo non solo come individui e come esseri umani, ma anche come membri di particolari comunità con specifiche tradizioni cognitive che influiscono sui nostri processi mentali..." (Zerubavel, 1999).

Antropologia del paesaggio e modelli spaziali

Lo spazio rappresenta "il simbolo concreto del sistema sociale (Leroi-Gourhan, 1977, 374). Di qui lo spazio è concepito non solo come luogo fisico come "contenitore" all'interno del quale si struttura il sistema sociale, ma anche come spazio connettivo (Levi Strauss 1966, 234).

Lo spazio poi si definisce attraverso i luoghi e di fatto, non esisterebbe senza luoghi: dunque uno spazio è un contesto di luoghi, naturali e artificiali. Il luogo è fondamentale nella formazione sociale collettiva e individuale perché nell'interazione fra luoghi e attività umane il paesaggio diventa narrativo, immaginario e infine storico. La storicizzazione del paesaggio non riguarda però strettamente la percezione, perché è un fenomeno che necessita di una sedimentazione progressiva dell'informazione e di fonti diverse. Recentemente G. Lock (Lock, 2000, 62-63) ha affrontato l'argomento citando il pensiero di Sartre a proposito dell'interazione con il mondo fisico, con gli oggetti materiali che comprendono luoghi. Sartre interpreta le cose come riflettori, nel senso che riflettono la luce nella direzione della provenienza. La premessa è che gli oggetti materiali possono solo significare ciò che già sappiamo ed è attraverso un continuo processo di interazione che il significato viene modificato e arricchito. Pertanto secondo Sartre i legami emozionali a oggetti e a luoghi possono diventare così forti che risulta impossibile distinguere fra ciò che si sente e ciò che viene percepito (il "senso del luogo").

Un esempio interessante sul "potere dei luoghi" è senza dubbio il volume di Keith Basso *Wisdom Sits in Places*, uno studio etnografico degli Apache occidentali e del ruolo dei luoghi nella loro vita quotidiana. In questo contesto i nomi dei luoghi non sono tanto fondamentali quanto al contrario le storie che vi sono associate; le storie infatti contengono messaggi codificati sul modo "corretto" di comportarsi. Nel raccontare una storia si evocano immagini mentali associate ai luoghi che ne rappresentano la memoria locale, ovvero il paesaggio intimo della popolazione che ci vive (Lock, 2000, 63).

Secondo Lévi Strauss non è sufficiente considerare l'organizzazione spaziale degli insediamenti, ma occorre contemplare le relazioni economiche, sociali e religiose che vi si svolgono (Levi Strauss 1966, 161-8). Secondo Condominas (1980) "lo spazio è determinato dall'insieme dei sistemi di relazione caratteristico dei gruppi considerati. Le società manipolano lo spazio sia a livello tecnico che simbolico, cioè lo spazio diventa un prodotto a partire da un processo di trasformazione condotto sullo spazio dato. Gli elementi che strutturano lo spazio sociale sono lo spazio e il tempo, le relazioni con l'ambiente, lo scambio di beni, le relazioni di parentela, le relazioni di comunicazione (Condominas 1981; Ashmore, Knapp, 1999).

“Ogni società è fatta di luoghi e di corpi, ovvero di corpi che vivono, operano, interagiscono, abitano certi luoghi [...] Così non possiamo considerare una società se non occupante un certo spazio, e più precisamente luoghi dello spazio. Lo spazio sociale (occupato dalla società) non è mai neutro e uniforme: è variegato, è fatto di luoghi che si differenziano spesso in modo notevole [...] eleggendo o ritagliando certi ambiti specifici del suo territorio in quanto destinati a certe attività (Remotti, 1993, 31). Ad esempio i centri rituali sono marcatori e catalizzatori territoriali, luoghi di aggregazione sociale-religiosa con funzioni di ancoraggio del territorio (Lai, 2000, 18). Questo avviene ad esempio per i cippi sepolcrali, per monoliti naturali o artificiali che rispondono al rango di “discrimini territoriali”, segni del tempo e dello spazio (si pensi all’attività degli aruspici etruschi).

L’uomo è dunque organizzatore di spazio che viene estratto dal caos per eleggerne una funzione ed ospitare territori questa volta codificati. Potremmo definire questo processo “territorializzazione del paesaggio”: il territorio si appropria del paesaggio e ne identifica i contesti e così gli spazi diventano luoghi.

A questo proposito è illuminante la definizione di paesaggio data da Lenclud: “il paesaggio è prima di tutto, ontologicamente se posso dire, una distesa di spazio che si offre alla vista ma che, nella sua materialità, preesiste allo sguardo suscettibile di abbracciarla [...]. In tutti i casi rinvia a un supporto della percezione. [...] Non c’è paesaggio senza osservatore; è necessario che un sito sia visto perché sia possibile definirlo un paesaggio. Il paesaggio è un luogo, ma un luogo isolato dallo sguardo; un sito, ma un sito contemplato; uno spazio, ma uno spazio inquadrato; un dato, ma un dato ricostruito da un’analisi visiva; un ritaglio del mondo, ma un ritaglio con un significato. Un paesaggio non accede dunque allo statuto di paesaggio che per mezzo di una ricezione [...]. In altri termini, piuttosto che affermare che il paesaggio implica due facce, l’una materiale, inanimata, l’altra mentale, creatrice, o ancora che esso è insieme un dato e una percezione, sarebbe meglio enunciare che si tratta di un dato tale che acquisisce personalità grazie a una coscienza [...]. Pertanto il paesaggio implica l’esistenza di uno spazio sul quale operano la vista e la coscienza; questo spazio ha un’esistenza, se non un’identità, anteriore rispetto alla rappresentazione, paesaggistica o meno, che gli uomini sui quali si dirige l’inchiesta si formano.” (Lenclud, 1995, 4-5,

10-I). Per l'antropologia contemporanea il paesaggio si configura come un "processo", insieme sociale e culturale, modellato dalla cultura di un gruppo (Hirsch 1995, 9). La cultura è un agente di trasformazione, lo spazio naturale un mezzo, il paesaggio culturale un risultato. Nell'antropologia del paesaggio è noto che tutti i sistemi economici e sociali tendono ad organizzare lo scambio con l'ambiente naturale (generalmente è la comunità che regola l'uso delle risorse).

E' infine del tutto fondamentale rilevare che la percezione dell'ambiente e del paesaggio coinvolge tutti i nostri sensi: vista, olfatto, gusto, tatto, udito; per questa ragione l'evoluzione e l'implementazione dei sistemi di realtà virtuale, immersivi e semi-immersivi, riteniamo possa costituire, soprattutto in proiezione futura, il migliore strumento di ricerca avanzata per ogni ricostruzione percettiva.

La ricostruzione virtuale del paesaggio archeologico: problemi e componenti

La costruzione della "mappa" nel senso della semiotica del paesaggio (il paesaggio cognitivo), è un processo molto complesso che, partendo dal GIS e da dati spaziali, dovrebbe approdare alla percezione cognitivo-simbolica del paesaggio, anche attraverso mappe mentali e simulazioni multisensoriali. La *mappa* potrebbe rappresentare l'evoluzione più avanzata del GIS, un ecosistema digitale in grado di riprodurre percettivamente il paesaggio archeologico attraverso applicazioni di realtà virtuale. Se la costruzione della mappa cognitiva è un risultato acquisito nel modello concettuale che abbiamo disegnato, dal punto di vista tecnologico siamo ancora lontani da una realizzazione soddisfacente. Anzi in base al prodotto digitale delle elaborazioni ci dovremmo chiedere: ma questa è una mappa cognitiva ?

Come si è visto in precedenza, in letteratura il problema è stato solo parzialmente affrontato nell'ambito delle analisi spaziali; pur nella consapevolezza che al momento non sono ancora stati realizzati modelli soddisfacenti per quanto riguarda la ricostruzione del paesaggio antico è possibile tracciare un percorso teoretico-tecnologico almeno per le applicazioni di realtà virtuale. A fronte dell'esperienza maturata in ambienti GIS e in applicazioni tridimensionali realizzate in OpenGL (librerie grafiche per applicazioni di realtà virtuale su PC e workstation), di seguito suggeriremo alcuni strumenti metodologici per procedere nella ricostruzione di

paesaggi a partire da dati GIS.

Analisi paleoambientali. Prima di procedere all'elaborazione digitale dei dati, è necessario procedere allo studio e all'interpretazione di tutti i dati paleoambientali, palinologici, pedogenetici, geomorfologici, climatici, antropici, archeologici. In questa fase la "mappa" viene costruita come modello concettuale con tutte le informazioni disponibili e integrabili in un sistema digitale. E' fondamentale che i dati vengano restituiti con una connotazione spaziale, siano cioè georeferenziati.

Costruzione della fisiografia attuale del paesaggio (come è). La ricostruzione geometrico-fisiografica viene condotta attraverso l'elaborazione del DTM. Sul DTM si potranno referenziare foto aeree o immagini satellitari che contestualizzano il paesaggio recente e attuale (anche una breve sequenza diacronica può offrire una diversa osservabilità di tracce o siti archeologici, come si rilevano oggi). La creazione della fisiografia attuale, è importante per contestualizzare le informazioni spaziali disponibili e per avere un modello o una base di riferimento da modificare rispetto alle simulazioni ipotizzabili. La lettura fisiografica del paesaggio com'è (o come ci sembra di vederlo), può riprodurre le nostre mappe mentali (se conosciamo il territorio), ma non può rispondere da una lettura antropica del paesaggio archeologico.

Costruzione della fisiografia antica (come era). Il modello tridimensionale del paesaggio antico può essere ottenuto integrando i dati attuali del DTM con nuove acquisizioni microtopografiche (con stazioni totali o GPS centimetrici) e con l'elaborazione della cartografia archeologica e geomorfologica (ad esempio modificando le curve di livello rispetto al paesaggio che si vuole costruire).

Sovrapposizione degli ambienti fisiografici: la ricostruzione del paesaggio antico si integra alla lettura del paesaggio attuale attraverso l'overlay delle informazioni spaziali. In questo caso si potrebbe tentare una rilettura delle diverse mappe diacroniche che rappresentano differenti momenti e spazi percettivi (l'antico e l'attuale).

Vettori e tematismi. I dati vettoriali, associati ad attributi (un attributo è associabile a un pattern grafico, come acqua, erba, una classe di suolo o vegetazione, ecc.) diventano oggetti grafici nell'ambiente OpenGL, con propri volumi e spessori, corredati di textures, ad esempio i fiumi con l'acqua, le strade campite di ciottoli, e così altre strutture lineari come ponti che attraversano corsi d'acqua, steccati, muretti, fondazioni, o incroci

stradali.

Vegetazione. La vegetazione può essere riprodotta in due dimensioni con mappature tessiturali campionate da librerie grafiche oppure in tre dimensioni mediante *quad* o *billboard*. Le *billboard* e i *quad* sono sagome bidimensionali (singole e a croce) che possono rappresentare individualmente figure di alberi o vegetazione ad alto fusto (macchia, cespugli, ecc.) in forma fotografica (naturale) o grafica (artificiale). Le librerie grafiche della vegetazione possono essere create artificialmente, con algoritmi di simulazione, oppure campionate da immagini esistenti (è sufficiente un quadrato di 128 x 128 pixels per coprire, replicandosi, un intero territorio).

Textures. Le textures possono essere utilizzate per creare la superficie territoriale, in sovrapposizione al DTM, alla vegetazione (cfr. sopra) oppure si associano ai modelli delle strutture in elevato (edifici, città, ecc.).

Modellazione. Creazione di modelli tridimensionali relativi a insediamenti, terrazzi, recinti, aree urbane, rurali, ecc., finalizzata al popolamento virtuale del paesaggio. La libreria grafica tridimensionale deve essere appositamente creata per ogni livello informativo del paesaggio da ricostruire.

Librerie grafiche. Si riferiscono alle textures (mappature) di copertura del DTM, come la vegetazione a basso e alto fusto, l'acqua, i suoli, le rocce. La risoluzione delle textures potrebbe prestarsi a evidenziare differenti "qualità" del paesaggio (coltivazioni o suoli particolari). Nelle librerie grafiche si possono trattare anche oggetti tridimensionali o pseudo tridimensionali come le *billboard* e i *quad*, ideali per la rappresentazione di specie arboree.

Eventi dinamici. Nell'ecosistema digitale il movimento di oggetti e/o fenomeni costituisce un elemento basilare della simulazione perché crea un'ulteriore "differenza" fra l'interazione dell'utente e il movimento di oggetti; la "differenza" catalizza il momento percettivo. Alcuni fenomeni naturali riproducibili a livello software sono, ad esempio, le condizioni metereologiche (pioggia, neve, vento, nuvole) o azioni come alluvioni, frane, smottamenti o far muovere singole unità o modelli virtuali. La progettazione degli eventi dinamici è complessa e deve essere accuratamente programmata in modo da sviluppare nuovi contesti percettivi e di interazione collettiva all'interno dell'ecosistema digitale.

Mappe mentali (come lo si percepiva). A livello puramente teoretico, le mappe mentali dovrebbero disegnare il contesto percettivo-simbolico, attribuendo significati antropologici alle geometrie e ai marcatori del paesaggio. Alcune proprietà delle mappe mentali potrebbero essere: la frontiera, il confine, gli elementi rituali-simbolici (naturalisti o artificiali), gli orizzonti sensoriali (fino a dove si sente, si vede, si odora) e geometrici (i profili delle montagne, dei fiumi, delle valli, ecc.), i luoghi immaginari o della memoria, le gerarchie insediative (i siti più importanti potrebbero sembrare più grandi), e molti altri che si andranno a definire nel corso delle ricerche (ogni territorio riproduce differenti memorie culturali). Le mappe mentali sono una sovrastruttura simbolica e percettiva non sempre dimostrabile, ma sono l'unico mezzo per disegnare una cartografia cognitivo-computazionale del paesaggio digitale e virtuale (territorializzazione). In sostanza questa potrebbe essere la grammatica, (di qui "la mappa") per decodificare il paesaggio in termini antropologici e semiotici.

Interazione dinamica virtuale. Un aspetto chiave delle simulazioni è il movimento in tempo reale (frame-rate, tipicamente dalle 15 alle 60 immagini al secondo), dunque un accesso dinamico alle informazioni tridimensionali. Questo tipo di azione corrisponde all'incremento dinamico della percezione: attraverso il movimento il modello diventa più percettibile, perché si attua un processo di differenza fra osservatore dinamico e oggetto/spazio simulato.

I dati spaziali che ricaviamo da un GIS per la ricostruzione virtuale di paesaggi archeologici possono essere: cartografie, dati raster e vettoriali, foto aeree, immagini da satellite, DTM. Un elemento essenziale nella ricostruzione è costituito dal modello topologico, cioè qualunque ricostruzione virtuale si voglia proporre è importante conservi i riferimenti della georeferenziazione, ovvero la propria commensurabilità.

Il problema è evidentemente estremamente complesso e va collocato nell'ambito delle tecnologie hardware e software disponibili. Rispetto però alle tecnologie disponibili per le applicazioni in real time, enormi potenzialità sono da riconoscere alle librerie OpenGL (www.opengl.org) e nelle applicazioni di realtà virtuale desktop. L'aspetto tecnologicamente rivoluzionario delle applicazioni di realtà virtuale desktop risiede nel fatto che molti applicativi e modelli complessi che sino a poco tempo orsono giravano su computer molto performanti (ad esempio le Onyx SGI) e costosi, ora possono girare

su PC o macchine medio-piccole, grazie all'implementazione appunto di librerie grafiche OpenGL e alle schede grafiche dedicate (OpenGL, [05/06/02](#)). Nella denominazione OpenGL le ultime due lettere (GL) significano Graphic Library, cioè una "raccolta" di routine, comandi e procedure da poter utilizzare liberamente (ecco anche spiegato il significato del termine "Open") da qualunque programma. Sviluppate già da anni, queste direttive sono diventate rapidamente uno standard mondiale e oggi non c'è programma di grafica che non le utilizzi.

Da tempo esistono schede che eseguono le funzioni rispondenti alle direttive OpenGL mediante appositi e veloci microprocessori dedicati espressamente allo scopo. Questi *acceleratori* grafici a standard OpenGL si incaricano di eseguire le pesanti operazioni matematiche necessarie, per esempio, al calcolo dei cerchi, delle campiture, della profondità del disegno e così via. Tali operazioni, in un computer che non dispone delle funzioni OpenGL, vengono eseguite dalla CPU (cioè il microprocessore centrale) con un rallentamento delle prestazioni che è facilmente intuibile.

Grazie a un accordo di cooperazione scientifica fra il CNR-ITABC e la software house americana Terrex (www.terrex.com), presso il laboratorio TECBEC di Roma è stato sviluppato un progetto di ricerca sulla ricostruzione virtuale di paesaggi archeologici con interazione in tempo reale e su sistemi desktop (cioè personal computer e personal workstation).

Programmi OpenGL per la ricostruzione di paesaggi virtuali

L'archivio di dati spaziali di un GIS archeologico costituisce la base fondamentale per applicazioni OpenGL finalizzate alla generazione di modelli tridimensionali georeferenziati ed esplorabili in tempo reale. La generazione di questi modelli in alcuni casi si avvicina al fotorealismo ma non è questo l'obiettivo principale dell'applicazione; infatti la simulazione virtuale-cognitiva è finalizzata alla interpretazione e rappresentazione di contesti eco-antropici attraverso "mappe", a prescindere dal livello di fotorealismo grafico.

Le caratteristiche di software OpenGL come TerraVista™, finalizzato alla ricostruzione di paesaggi virtuali, risiedono nella enorme potenza di visualizzazione in tempo reale di dati spaziali georeferenziati (che mantengono quindi le coordinate geografiche)

integrabili con librerie e modelli tridimensionali.

Riassumendo, le componenti principali delle ricostruzioni GIS in OpenGL sono:

i DTM che in alcuni casi possono essere creati cartograficamente oppure su base geomorfologica. In diversi casi si rivela utile l'esagerazione del fattore Z di scala per leggere a livello microtopografico il paesaggio antico.

Il texture mapping delle superfici che si ottiene da dati telerilevati, da foto aeree, oppure integrando e sostituendo questi dati con tessiture artificiali (cfr. in precedenza) elaborate in base ai dati paleoambientali.

I dati vettoriali codificati, associabili a qualunque libreria grafica (l'associazione permetterà la generazione della texture codificata, nella rappresentazione tridimensionale.

I modelli tridimensionali.

LOD, Livelli di dettaglio

Le applicazioni summenzionate e le caratteristiche del software come Terravista (uno dei pochissimi ad operare in OpenGL con un'interfaccia-utente) contemplano una visualizzazione e rappresentazione dei modelli secondo livelli di dettaglio multipli (LOD, levels of detail, figg.5-6). Questo significa che ogni LOD rappresenta una porzione del modello di paesaggio secondo una differente densità di poligoni; maggiore densità corrisponde a un livello di dettaglio più elevato; meno dettagliato quando la parte osservata (tile) è lontana dall'osservatore, più dettagliata quando è più vicina. L'applicazione dei LOD nei paesaggi costruiti in OpenGL produce un effetto grafico molto simile al reale: cioè una visione dettagliata e a fuoco da vicino, più sfuocata e meno nitida da lontano; man mano che ci si avvicina all'area di interesse, si modifica il LOD e percepiamo meglio le caratteristiche e i particolari del modello.

Nel rendering OpenGL a un incremento dei livelli di dettaglio corrisponde un incremento del calcolo e un appesantimento del modello (per cui l'interazione è più lenta e si richiedono prestazioni hardware più elevate). Per questa ragione si deve trovare un buon compromesso fra numero di LOD e presenza di oggetti tridimensionali nella scena.

Caso di studio: la ricostruzione virtuale del paesaggio della Sabina in età romana

(I-II secolo d.C.)

Come si è evidenziato in precedenza, la ricostruzione virtuale di paesaggi archeologici attraverso mappe mentali è ancora ad uno stadio preliminare, ma ci sono le condizioni per poter sviluppare nuovi progetti di ricerca in questa direzione. Attualmente si stanno conducendo diversi esperimenti soprattutto per la ricostruzione fisiografica del paesaggio antico, la fase propedeutica cioè alla rappresentazione del paesaggio mentale. Il lavoro preliminare da svolgere è tanto e si concentra prevalentemente nell'organizzazione ed elaborazione digitale di dati GIS. La ricostruzione virtuale di un paesaggio archeologico non si prefigge la creazione di un modello fotorealistico, ma di un modello spaziale esplorabile in tempo reale in base alle informazioni dell'ecosistema. In questa direzione paradigmatica si è allineata la ricostruzione virtuale del paesaggio della Sabina in età romana (figg.1-3, 7). La Sabina si estende dall'alveo del Tevere, a Nord-Est di Roma, sino ai monti Sabini. Il paesaggio, così come descritto da Strabone (I secolo a.C.) era coperto da boschi di ulivi e querce, da frutteti, praticamente molto simile alla situazione odierna, elemento questo che ha decisamente facilitato il lavoro di ricostruzione virtuale. I terreni boscosi hanno poi costituito una rilevante fonte di produzione.

Le attività archeologiche di ricognizione di superficie, condotte negli ultimi decenni da italiani, inglesi, francesi (Soprintendenza Archeologica per il Lazio, British School at Rome, British Academy, Royal Archaeological Institute, University of Sheffield, University of Wales, Lampeter, CNR-ITABC, CNR-IAEI, Roma, Museo Civico di Magliano Sabina) hanno evidenziato che il picco insediativo più rilevante è da rintracciare nel primo e secondo secolo d.C., con una significativa presenza di grandi ville. Infatti, in questo periodo, molte di questi insediamenti orientavano la propria produzione di vino e olive verso il mercato romano, raggiungibile facilmente attraverso la navigazione del Tevere.

La ricostruzione virtuale del paesaggio archeologico della regione Sabina è stato progettato in base all'attività scientifica del CNR-ITABC, del CNR-IAEI (Istituto per l'Archeologia Etrusco-Italica) e del Museo Civico di Magliano Sabina. La regione di interesse (IGM 138 III SO, 138 III NO, 1444 IV NO) corrisponde a quella parte della valle del Tevere dove il fiume ha rappresentato un elemento chiave per lo sviluppo del

territorio. Pertanto, in base alla cartografia storica e sulla base di un'attenta analisi geologica e geomorfologica, condotta da fotografie aeree e immagini satellitari, è stato possibile identificare il corso originale del Tevere a Sud di Magliano Sabina (Costantini et alii, 1999).

Integrando tutti questi dati paleoambientali con i tematismi del progetto GIS, è stato avviato un progetto di ricostruzione virtuale con le elaborazioni preliminari seguenti (realizzate con Terravista 2.1, Arcview 3.1 and Er Mapper 6.1):

Creazione del DTM dalla cartografia al 1:25.000 (curve di livello ogni 25 mt, fig.7).

Analisi GIS comparative rispetto alla cartografia storica (Costantini et alii, 1999).

Analisi a pseudo-colore di un'immagine da satellite (IRS-C, pancromatica, 5 mt di risoluzione, fig.1) per trasformare un'immagine a livelli di grigio in un'immagine a colori che riproduce il contenuto cromatico originale del paesaggio (in base al campionamento ottenuto da altre foto aeree a colori).

Sovrapposizione dell'immagine da satellite sul DEM.

Digitalizzazione vettoriale degli insediamenti di età romana individuati nel corso delle ricognizioni di superficie, fiumi, strade (via Flaminia). In particolare l'antico corso del Tevere è stato digitalizzato in base alle tracce e ai depositi geomorfologici. In questo modo il popolamento e i sistemi insediativi di età romana sono stati analizzati e comparati con le caratteristiche del paesaggio corrispondenti.

Creazione di texture specifiche per riprodurre le colture antiche e il paleoambiente (foreste, vegetazione, suoli, agricoltura).

Creazione di modelli tridimensionali concernenti soprattutto alberi, ponti, edifici rurali e ville romane.

Il primo risultato conclusivo dell'elaborazione è stato la realizzazione di un modello grafico OpenGL rappresentante il paesaggio romano virtuale della regione Sabina durante il I-II secolo d.C. (figg.2-3). La navigazione virtuale in tempo reale attraverso il modello permette una nuova percezione e rappresentazione del paesaggio, ovvero di un ecosistema digitale aperto per la simulazione di paleoambienti (il "territorio") e di mappe mentali (la "mappa").

La ricostruzione telematica del paesaggio: il progetto ArcheoVr

Nell'ambito della ricostruzione virtuale del paesaggio archeologico, e rispetto a quanto discusso in precedenza, è senza dubbio importante elaborare in senso telematico i modelli archeologici, provvedere cioè a elaborare e condividere interattivamente le ricostruzioni in rete, dunque per una utenza assai vasta. In questa direzione si stanno sviluppando applicazioni in VRML-JAVA (linguaggi di rete specifici per modelli e interfacce tridimensionali). Il progetto ArcheoVr, sviluppato al CNR-ITABC (programmazione: Giancarlo Angeli), si colloca appunto in questa direzione (fig.4).

Il VrmL rappresenta un formato standard per descrivere oggetti e mondi tridimensionali interattivi. Questo linguaggio è stato progettato per essere usato su Internet, sulle intranet o su sistemi client locali e si propone anche di essere un formato di scambio universale per la grafica 3D e i multimedia integrati. E' un linguaggio estremamente portabile, poiché i suoi file sono in formato ASCII e non definisce dispositivi fisici né ogni altro concetto dipendente dall'implementazione, come la risoluzione dello schermo o dispositivi di input.

Anche se il VRML si è rivelato un ottimo strumento di rappresentazione di scene tridimensionali, non è in grado da solo di realizzare animazioni particolarmente complesse, soprattutto se interagenti con l'utente, come in questo progetto. Perciò è stato necessario farlo interagire con un vero linguaggio di programmazione come Java; più precisamente a Java è stata assegnata la gestione delle connessioni internet, mentre al VRML solo la gestione degli eventi interni al mondo virtuale.

Per una comunicazione tra il mondo VRML e il suo ambiente esterno, ovvero l'applet Java, è necessaria una interfaccia tra i due. Questa interfaccia, chiamata External Authoring Interface (EAI), è stata progettata per permettere all'applet, di accedere ai nodi di un mondo VRML, utilizzando l'esistente modello ad eventi del VRML, e definisce l'insieme delle funzioni interagenti col browser VRML che l'ambiente esterno può utilizzare per influenzare il mondo VRML.

Visualizzazione del territorio

In questo progetto la prima classe di modelli che deve essere visualizzata in rete è costituita da DEM (modelli digitali del terreno) creati con stazioni totali laser sul terreno. Si tratta di file ASCII in formato XYZ che devono essere caricati e interpolati on line per generare modelli VRML; ogni file ASCII corrisponde a un sito archeologico

(dai 600 ai 2000 punti di acquisizione).

La visualizzazione di questi modelli è stata ottenuta estrapolando i valori XYZ di ogni punto contenuto in essi e attraverso l'interfaccia EAI è stato realizzato il corrispondente modello VRML contenente un nodo ElevationGrid. Il nodo ElevationGrid è una tabella che contiene i valori delle altezze sull'asse y in corrispondenza degli indici x-z del piano orizzontale xz. La seconda classe di questi modelli da visualizzare è costituita da territori VRML. A differenza dei DEM non è necessario effettuare nessuna elaborazione per la loro visualizzazione.

Modifica dei fattori di scala

Queste classi rappresentano la visualizzazione diacronica dei paesaggi archeologici in base ai dati geoarcheologici disponibili. Perciò per mostrare le variazioni subite, è necessario poter modificare le altezze dei singoli punti dei vari DEM territoriali. A questo scopo si è realizzata una funzione che attraverso l'interfaccia EAI è in grado di selezionare le quote altimetriche sia utilizzando i pulsanti Nord, Sud, Ovest, Est dell'applet sia utilizzando il mouse direttamente sul territorio. Per facilitare la visualizzazione dei particolari più significativi è stata implementata una funzione per la modifica dei fattori di scala dell'asse zeta di tutta la superficie.

Visualizzazione e modifica della texture

Una volta generata la superficie è possibile caricare le texture georeferenziate (ad esempio foto aeree di periodi differenti), con possibilità di scelta fra una libreria di immagini. Per fare in modo che queste texture rivestano nel miglior modo possibile la superficie, è stata creata una funzione per spostare, ruotare o ridimensionare la texture rispetto alla superficie. Questo viene fatto in maniera interattiva utilizzando il mouse, oppure inserendo direttamente i valori in appositi campi.

Ricostruzione virtuale del paesaggio archeologico *on line*

La ricostruzione virtuale *on line* del paesaggio archeologico, dipende dai dati archeologici spaziali, utilizzabili come base, ad esempio da una foto aerea, e da elementi geometrici definiti dall'utente in overlay come elementi descrittivi come poligoni, linee, polilinee, ecc.. Gli elementi geometrici possono essere utilizzati per descrivere fiumi, alberi, coltivazioni, vegetazione, suoli, edifici, ecc.. L'importanza di queste applicazioni risiede nel fatto che, una volta generate le classi geometriche, con

pochissime modifiche, si possono aggiungere nuove librerie grafiche e altre classi ulteriormente modificabili.

Per facilitare l'utente nella navigazione all'interno del paesaggio virtuale (mondo VRML) è stata creata un'apposita interfaccia (fig.4) che contempla:

le diverse modalità di navigazione nel mondo VRML corrente (FLY, EXAMINE WALK ecc.);

la larghezza e l'altezza dell'avatar (oggetto che rappresenta l'utente all'interno del mondo VRML) ovvero la minima distanza in orizzontale e in verticale da un oggetto prima che avvenga una collisione, nonché la massima altezza che può essere valicata mentre si sta camminando;

la velocità con cui l'utente si muove all'interno del mondo;

la massima distanza oltre la quale l'utente non può vedere (ciò consente al browser di non “disegnare” gli oggetti oltre tale distanza).

GIS e musealizzazione del paesaggio

Il tema della ricostruzione di paesaggi archeologici attraverso tecnologie digitali deve contemplare una musealizzazione territoriale, ovvero la creazione di un museo virtuale del territorio, dunque un contesto.

Questo significa ricreare un contesto eco-cognitivo di dati spaziali connettivi, cioè, nel nostro glossario, la Mappa del territorio nella definizione di Korzybsky-Bateson. Secondo questa logica ricostruttiva la virtualizzazione corrisponde a un processo di conoscenza e valorizzazione del paesaggio. Infatti, in termini di CRM (Cultural Resource Management), acronimo relativo alla gestione delle risorse culturali, dobbiamo immaginare una mutua interazione fra lavoro sul campo, GIS, beni culturali, realtà virtuale e territorio (dunque memoria sociale, identità culturale, fig.8). L'illustrazione della figura 8 è la seguente: valore e interpretazione di un territorio dipendono dalle memorie sociali e culturali (mindscapes) e dall'acquisizione di dati sul terreno, le applicazioni di realtà virtuale rappresentano la “mappa” e il codice per incrementare il valore e la classificazione del paesaggio per il CRM (modelli economici del territorio).

Questo schema spiega in dettaglio le relazioni fra “mappa” e “territorio”(Bateson,

1972): il Virtuale rappresenta la mappa per interpretare il paesaggio ed accrescerne il valore semiotico e socio-economico; dunque il Virtuale “territorializza” il paesaggio.

Il processo semiotico di alfabetizzazione del paesaggio è fondamentale per la creazione di musei virtuali di ampi contesti territoriali ed anche per la realizzazione di nuove interfacce cognitive uomo-macchina. E' evidente che la ricerca in questo campo è solo all'inizio, ma è altresì importante cercare di disegnare i possibili scenari dei futuri ambienti virtuali per standardizzare i processi spaziali di ricostruzione.

Riferimenti bibliografici

ALLEN, K.M.S., GREEN, S.W., AND ZUBROW, E.B.W. (eds.) 1990, *Interpreting Space: GIS and Archaeology*, London, Taylor & Francis.

ASHMORE W., KNAPP A.B. (eds.) 1999, *Archaeologies of landscape*, Blackwell Publishers, Malden, 1999.

BARCELO J., FORTE M., SANDERS D., 2000 (eds.), “Virtual reality in archaeology”, Oxford, ArcheoPress (BAR International Series S 843).

BATESON G., 1972, “Steps to an ecology of mind”, The University of Chicago Press, Chicago, 1972.

BATESON G., 1979, “Mind and Nature. A Necessary Unit”, Dutton, New York.

BRAUDEL F., 1978, *Introduzione all'edizione italiana*, in “Il sistema mondiale dell'economia moderna”, vol.I, il Mulino, Bologna.

CHAPMAN H. 2000, *Understanding wetland archaeological landscapes: GIS, environmental analysis and landscape reconstruction; pathways and narratives*, in G. Lock (ed.) 2000, 49-59.

CONDOMINAS G., 1980, *L'espace social. A propos de l'Asie du sud-est*, Flammarion, Paris.

CONDOMINAS G., 1981, *Spazio sociale*, in *Enciclopedia*, XIII, Einaudi, Torino.

COSTANTINI A., DE MEO A., COLOSI F., GABRIELLI R., 1999, *Il Tevere e il suo antico corso*, in “Archeologia e Calcolatori”, 10, 1999, 249-274.

DE GUIO A., 1991, *Alla ricerca del potere: alcune prospettive italiane*, in Herring E., Whitehouse R., Wilkins J. (eds.), *Papers of the fourth conference of Italian archaeology: the archaeology of power*. Part 1, London, Accordia Research

Centre, 154-192.

FORTE M. 1993, *Un esperimento di visualizzazione scientifica per l'archeologia del paesaggio: la navigazione nel paesaggio "virtuale"*, in "Archeologia e Calcolatori" 4, 1993, pp. 137-152.

FORTE, M. 1995, Scientific visualization and archaeological landscape: the case study of a terramara, Italy. In G. Lock and Z. Stancic. (eds) *Archaeology and Geographical Information Systems*, London: Taylor & Francis, pp. 231-238.

FORTE M. 2000, *Archaeology and virtual micro-topography: the creation of DEMs for reconstructing fossil landscapes by Remote Sensing and GIS applications*, in "Beyond the map. Archaeology and spatial technologies", (ed. Gary Lock), Oxford, 2000, 199-213.

FORTE M., 2000a, *About virtual archaeology: disorders, cognitive interactions and virtuality*, in Barcelo J., Forte M., Sanders D., 2000 (eds.), *Virtual reality in archaeology*, Oxford, ArcheoPress (BAR International Series S 843), 247-263.

GAFFNEY V., OSTIR K., PODOBNIKAR T. AND STANCIC Z. 1996, *Spatial analyses, field survey, territories and mental maps on the Island of Brac*, "Archeologia e Calcolatori" 7, 27-41.

GIBSON, J, 1950, "The perception of the Visual World", Greenwood Press, Westport CT, 1950.

GIBSON, J., 1979, "The Ecological Approach to Visual Perception", Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale NJ, 1979.

GILLINGS M., MATTINGLY D., VAN DALEN J. (eds.), 2000, "Geographical Information Systems and Landscape Archaeology"

GILLINGS M., WHEATLEY D., 2000, *Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility*, in G. Lock (ed.) 2000, 1-27.

GIORDA C., 2000, "Cybergeografia. Estensione, rappresentazione e percezione dello spazio nell'epoca dell'informazione", Tirrenia, Torino, 2000.

HODDER I., 1999, *The archaeological process. An introduction*, Blackwell Publishers Inc., Oxford.

HIRSCH E., 1995, *Landscape: Between Place and Space*, in Hirsch E., O'Hanlon M.,

1995, *The Anthropology of Landscape. Perspectives on Place and Space*, Clarendon Press, Oxford.

KORZYBSKI A., 1941, "Science and Sanity", Science Press, New York, 1941.

LAI F., 2000, "Antropologia del paesaggio", Carocci, Roma.

LATALOVA M., RACZKOWSKI W., TSCHAN A. P., 2000, *Perception and viewsheds: are they mutually inclusive ?*, in G. Lock (ed.), 2000, 28-48.

LENCLUD G., 1995, *Ethnologie et paysage*, in *Paysage au pluriel. Pour une approche ethnologique des paysages*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

LEROI-GOURHAN A., 1977, *Il gesto e la parola*, Einaudi, Torino.

LEVI-STRAUSS C., 1966 (1958), *Antropologia strutturale*, Il Saggiatore, Milano.

LEVY P. 1992, *Le tecnologie dell'intelligenza*, Bologna, 1992.

LEVY P., 1996, *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, Milano, 1996.

LLOBERA M., 2000, *Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement*, in Lock G. (ed.), 2000, 65-84.

LOCK G. (ed.), 2000, "Beyond the Map. Archaeology and Spatial Technologies", IOS Press, Amsterdam.

NASH G. (ed.) 1997, *Semiotics of Landscape: Archaeology of Mind*, Oxford.

PADOVANI G. 1998, *L'oppio e le sue molteplici "virtù". L'abduzione in Comte, Peirce e Bateson*, in "Attraverso Bateson. Ecologia della mente e relazioni sociali." ed. Sergio Manghi, Cortina Editore, 1998, 253-270.

REMOTTI F., 1993, *Luoghi e corpi. Antropologia dello spazio, del tempo e del potere. Significati antropologici dello spazio*, il Mulino, Bologna.

RENFREW C., 1982, *Towards an archaeology of mind*, Cambridge, Cambridge University Press.

RENFREW C., 1984, *Approaches to social archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press.

RENFREW C., ZUBROW E. (eds.) 1994, *The Ancient Mind: elements of cognitive archaeology*, Cambridge UP.

ROBINSON J., ZUBROW E., 1999, *Between Spaces: Interpolation in Archaeology*, in

Gillings M., D, Mattingly, J. Van Dale, 1999, 65-84.

SHANKS M., TILLEY C., 1992, *Re-Constructing Archaeology. Theory and Practice*, Routledge, New York.

TILLEY C., 1994, *The phenomenology of landscape*, Berg, London.

WITCHER R., 1999, *GIS and Landscapes of Perception*, in Gillings M., D, Mattingly, J. Van Dale, 13-22.

ZERUBAVEL E., 1999, "Social Mindscales. An invitation to Cognitive Sociology", Harvard University Press, 1999.

ZUBROW, E.B.W. 1994, Knowledge representation and archaeology: a cognitive example using GIS, in Renfrew C., ZUBROW E. (eds.), 1994, 107-118.

CNR-ITABC, Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali

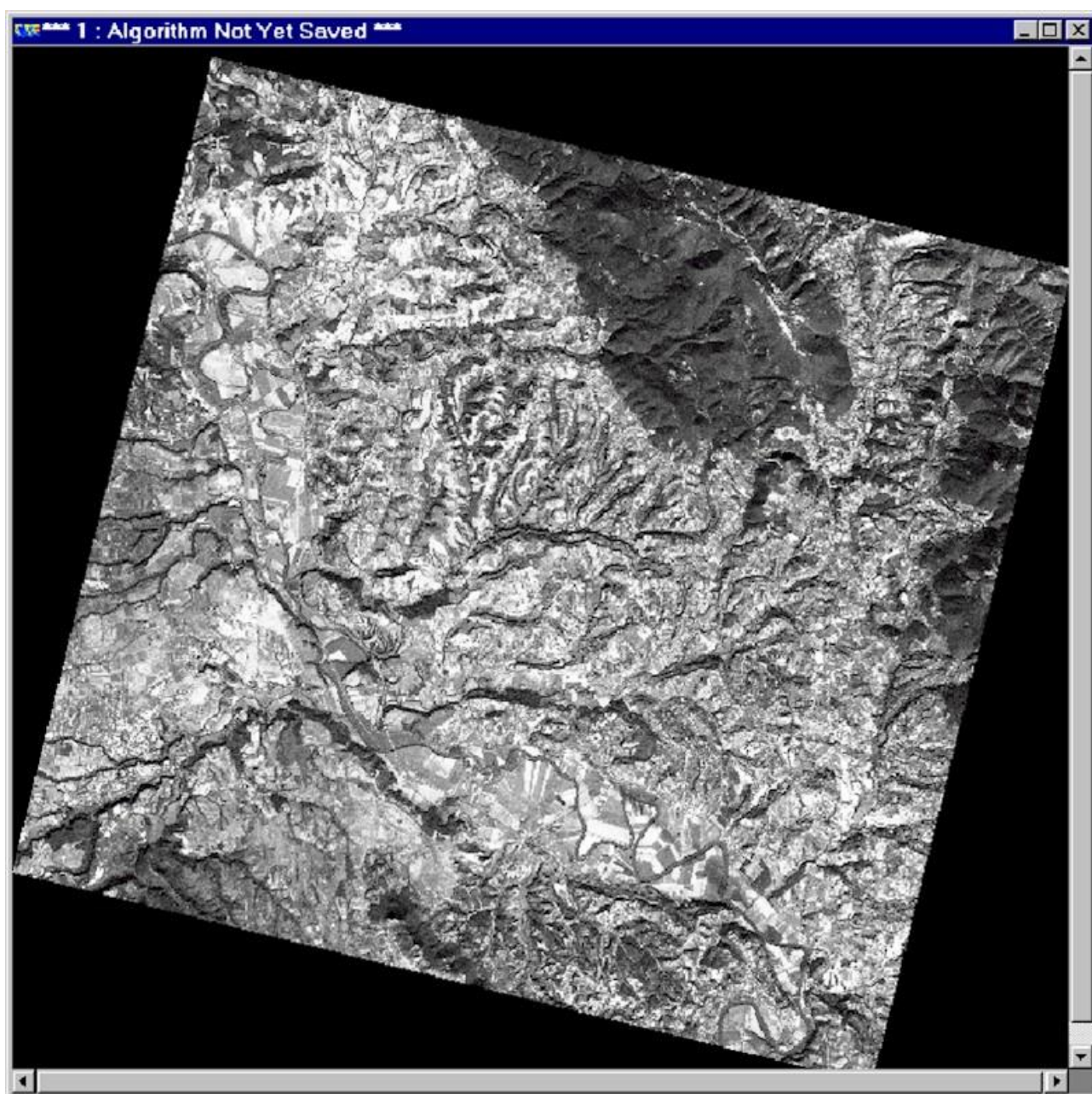


Fig. 1 - Analisi a pseudo-colore di un'immagine da satellite (IRS-C, pancromatica, 5 mt di risoluzione) per trasformare un'immagine a livelli di grigio in un'immagine a colori che riproduce il contenuto cromatico originale del paesaggio (in base al campionamento ottenuto da altre foto aeree a colori).

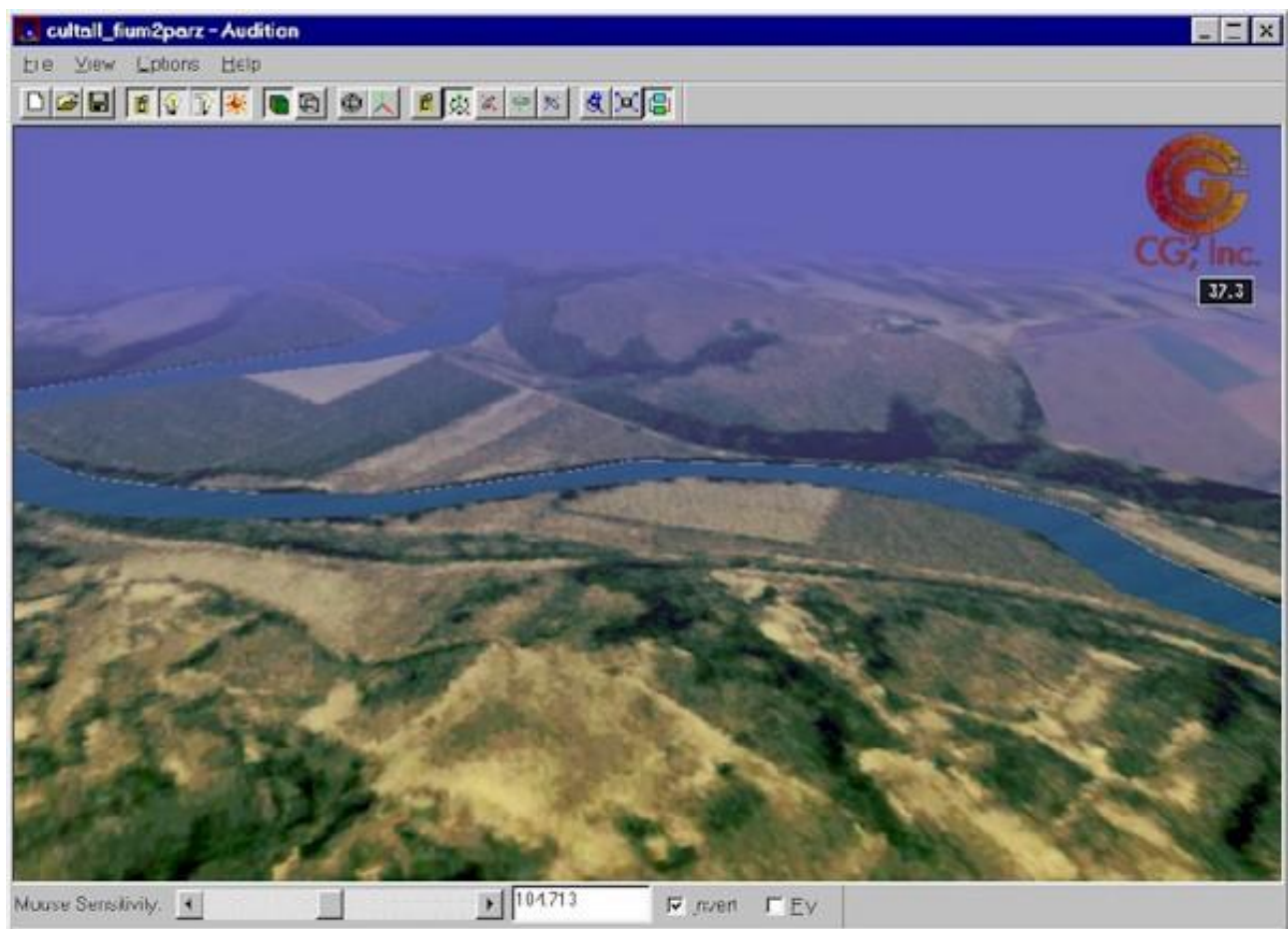


Fig. 2 - Come doveva apparire un tratto del fiume Tevere in età romana.

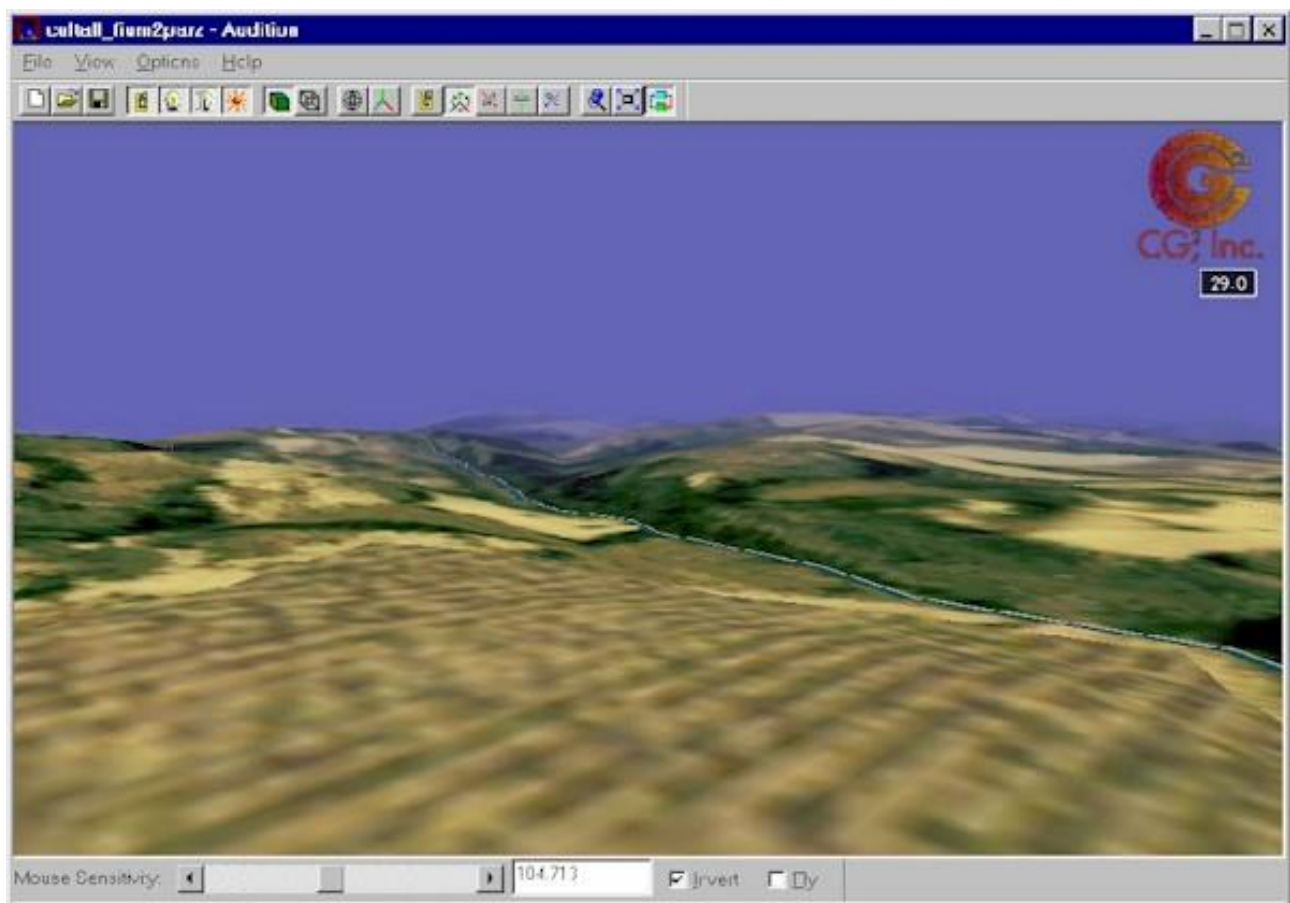


Fig. 3 - Ricostruzione virtuale del paesaggio della Sabina in età romana.

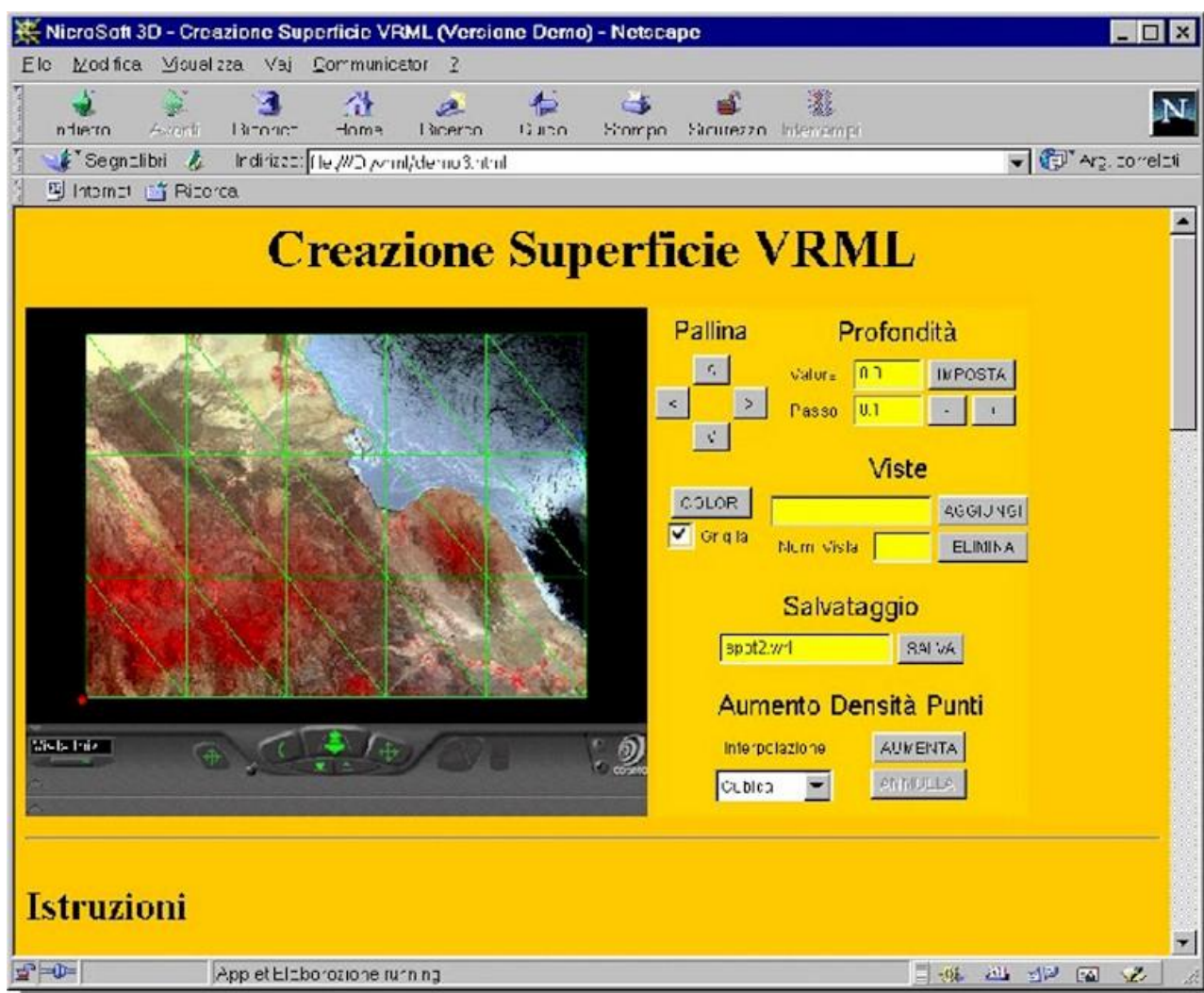


Fig. 4 - Un esempio di Vrmf, un formato standard per descrivere oggetti e mondi tridimensionali interattivi.

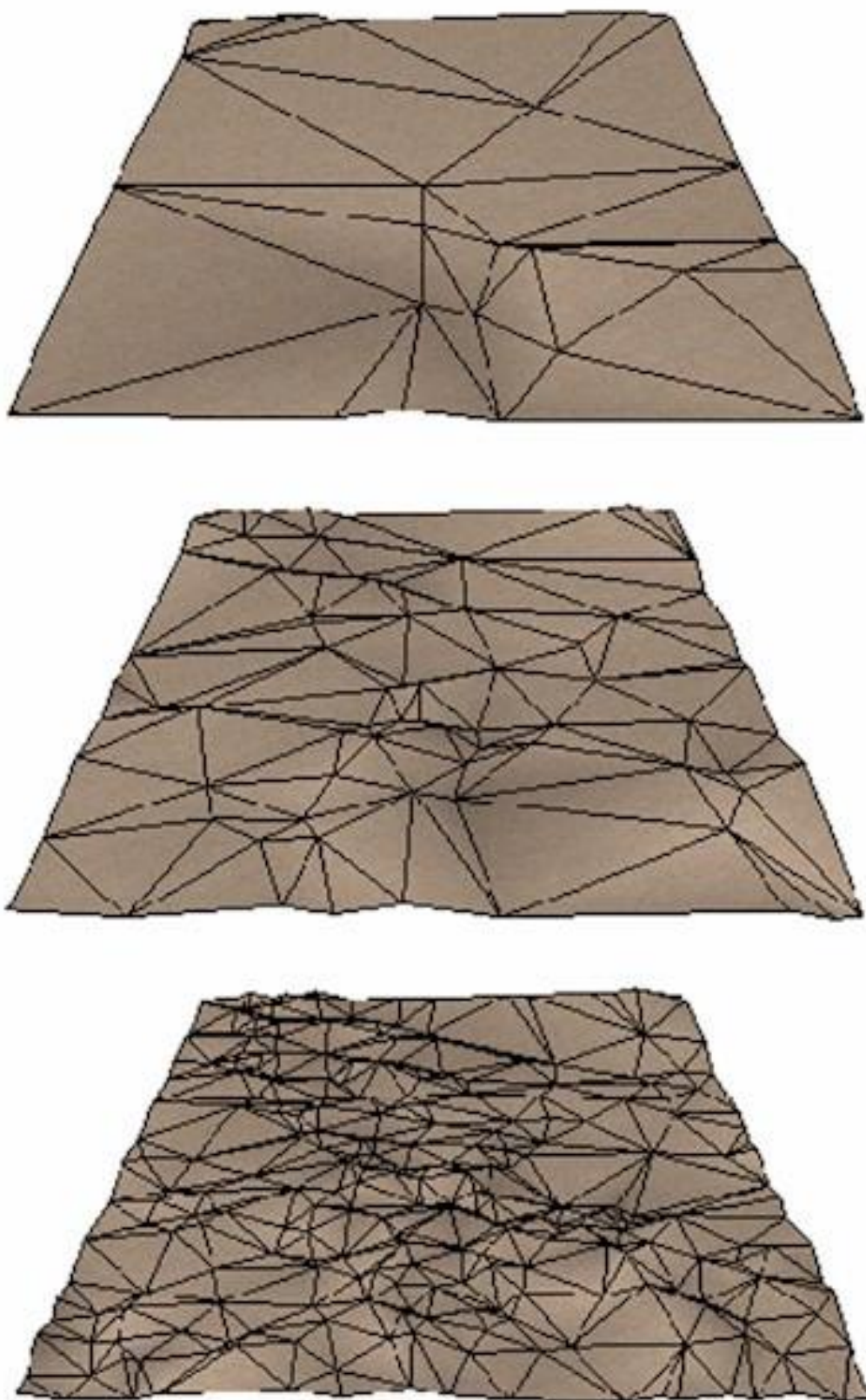


Fig. 5 - Esempio di LOD (Levels of detail), che rappresenta una porzione del modello di paesaggio secondo una differente densità di poligoni; maggiore densità corrisponde a un livello di dettaglio più elevato; meno dettagliato quando la parte osservata (tile) è lontana dall'osservatore, più dettagliata quando è più vicina.

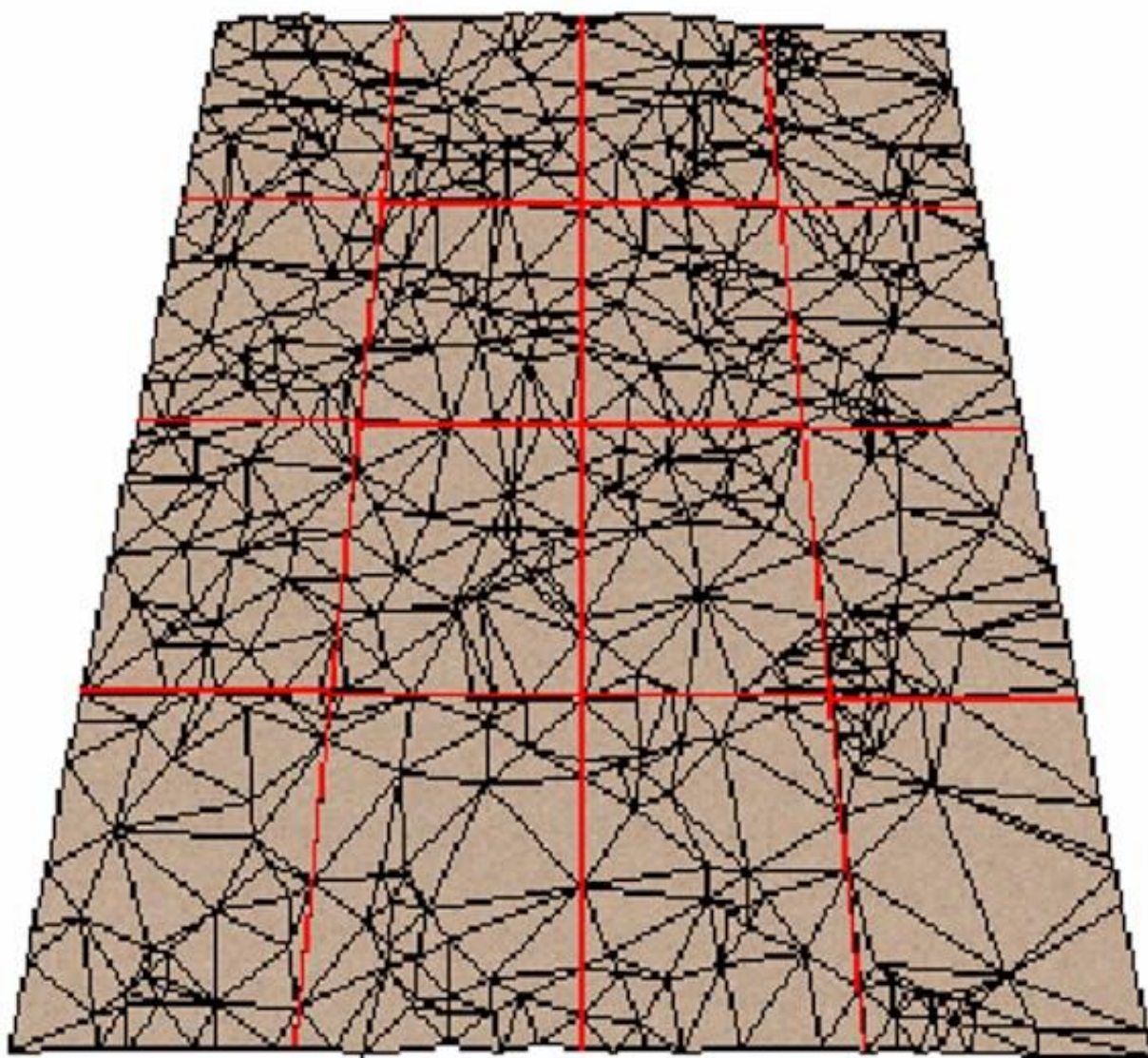


Fig. 6 - Altro esempio di LOD (Levels of detail).

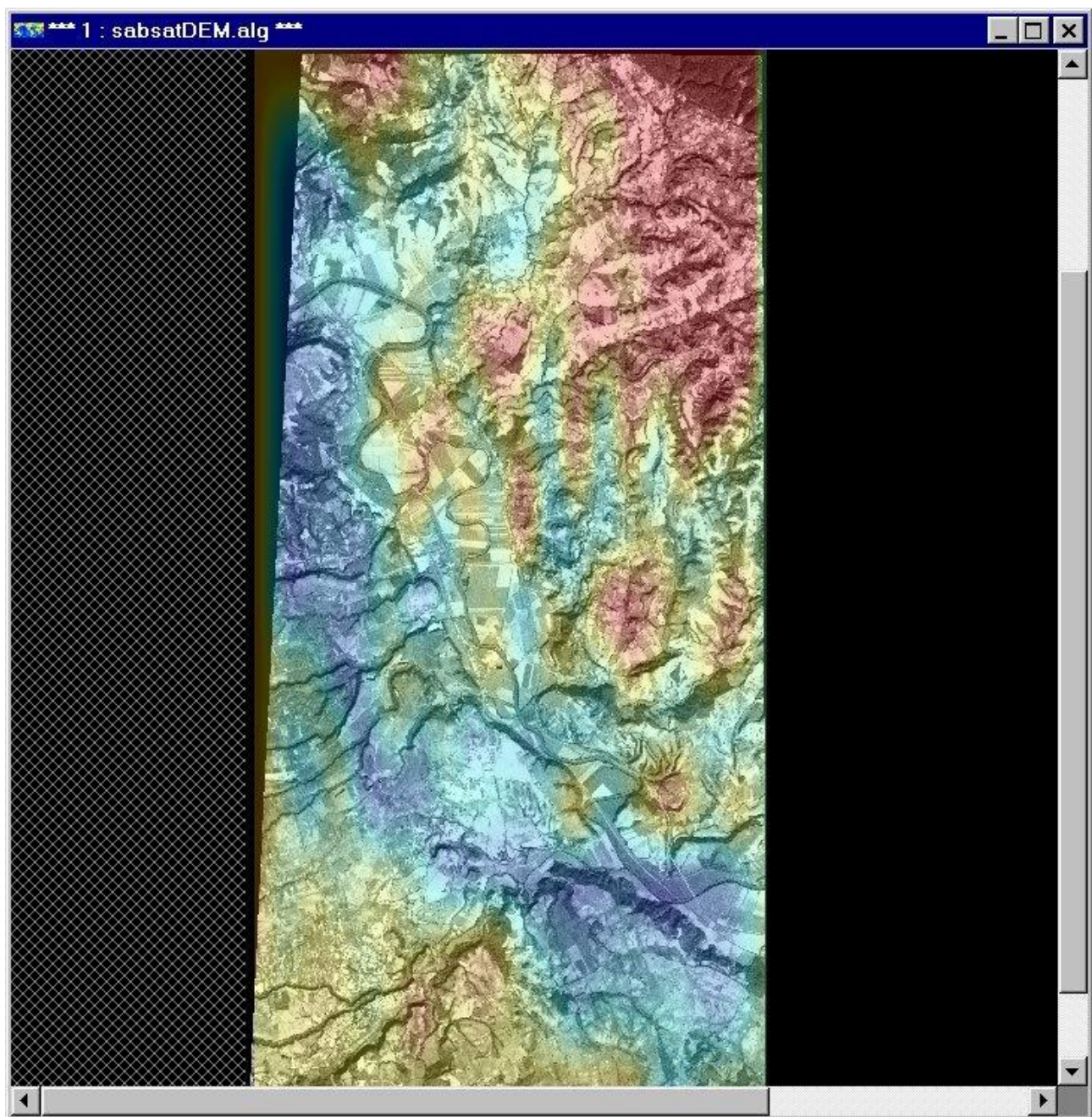


Fig. 7 - DTM della regione sabina creato a partire da cartografia all' 1:25.000 (curve di livello ogni 25 mt).

Virtual Archaeology and museum territorialisation

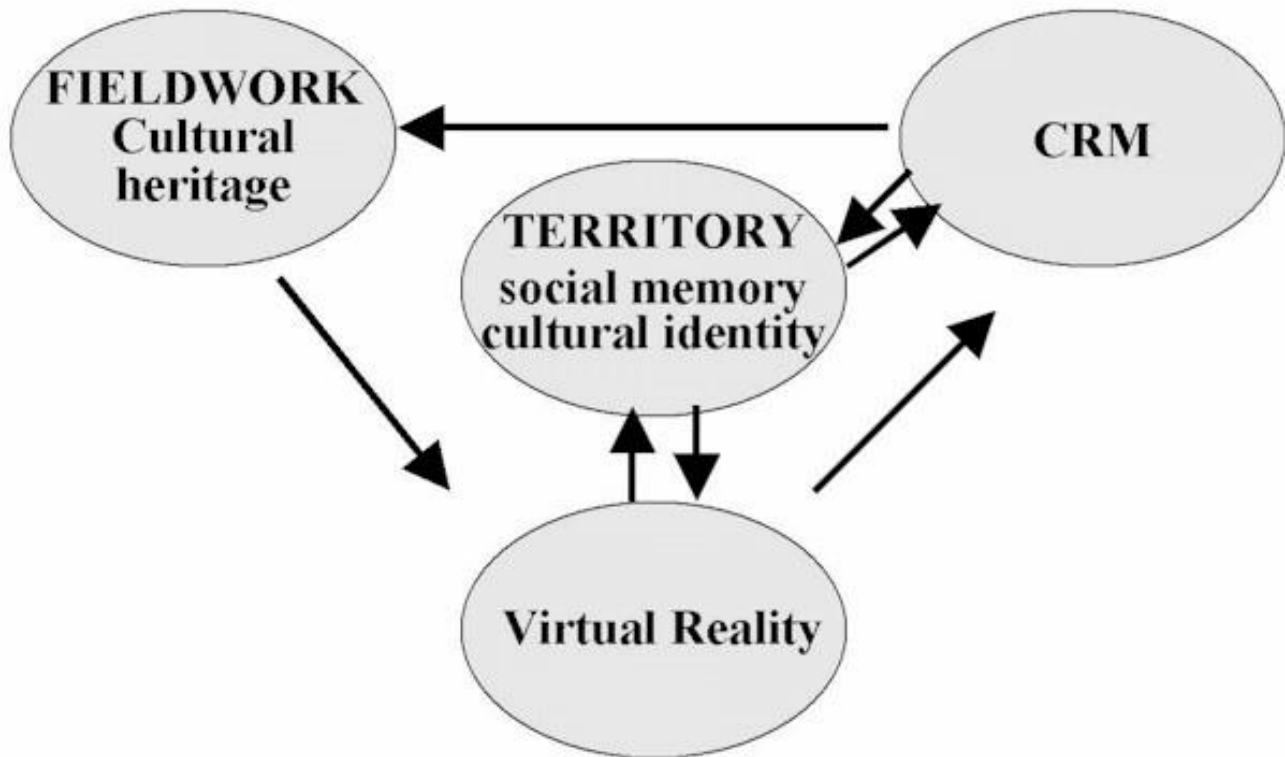


Fig. 8 - "Valore e interpretazione di un territorio dipendono dalle memorie sociali e culturali (mindsapes) e dall'acquisizione di dati sul terreno, le applicazioni di realtà virtuale rappresentano la "mappa" e il codice per incrementare il valore e la classificazione del paesaggio per il CRM (modelli economici del territorio)."