

## L'ARCHEOLOGIA COMPUTAZIONALE IN ITALIA: ORIENTAMENTI, METODI E PROSPETTIVE

### 1. L'INFORMATICA IN ARCHEOLOGIA: IL QUADRO ALLA FINE DEGLI ANNI '90

Le tre giornate dedicate al convegno hanno rappresentato, per il panorama italiano, l'avvio di un nuovo momento di riflessione metodologica e teorica a quattro anni di distanza dal III Congresso Internazionale di Archeologia ed Informatica tenuto a Roma nel 1995. Gli atti dell'incontro romano – pubblicati nell'anno successivo dalla rivista «Archeologia e Calcolatori» (MOSCATI 1996) – forniscono un primo interessante bilancio di un decennio di esperienze maturate in Italia nel campo dell'applicazione delle tecnologie computazionali nella ricerca archeologica. Alla consolidata adozione di metodiche per la strutturazione dei dati in numerosi settori di intervento (scavo, epigrafia, numismatica), si aggiungevano nuovi strumenti tecnici e risorse informatiche: il GIS, destinato in futuro ad incorporare molti di quei campi (database, statistica, modellistica spaziale) nei quali si era sviluppato da tempo l'incontro fecondo tra l'archeologia e l'informatica; la realtà virtuale, connessa all'allargamento della visualizzazione scientifica alle informazioni tridimensionali; ed infine Internet come veicolo per garantire la comunicazione e la divulgazione dei risultati. Il convegno del 1999 di Napoli e Firenze costituisce probabilmente la più recente e significativa conferma di quel favorevole trend innescato dal confronto avviato nel congresso di Roma del 1995; quattro anni dopo, il quadro italiano dell'informatica applicata in archeologia appare profondamente caratterizzato proprio da quelle linee di ricerca che avevano trovato spazio, per la prima volta in modo efficace, nell'incontro romano.

Dalla lettura dei contributi pubblicati in questa sede si evidenzia una larga diffusione delle tecnologie computazionali in campo archeologico; l'impressione che si ricava nel complesso è quella di un uso quasi quotidiano degli strumenti informatici, anche se tale impressione appare ristretta ancora ad un numero limitato di team di ricerca. Prevalgono soluzioni di tipo globale destinate alla gestione simultanea di tutti i dati di uno scavo; sistemi per l'acquisizione digitale delle informazioni spaziali e della documentazione; modelli per la rappresentazione grafica di dati eterogenei; esperienze destinate a favorire l'incremento della comunicazione digitale di informazioni sia testuali che grafiche tridimensionali. Dietro l'illustrazione delle applicazioni proposte, non c'è però solo una "rassicurante" esibizione di tecnologie. Al contrario ogni progetto incorpora un profondo ragionamento sulla scelta e strutturazione delle variabili da processare, un tema delicato

già affrontato con particolare sensibilità da P. MOSCATI (1994). Il motivo dominante illustrato nei contributi e nelle differenti esperienze presentate resta quello della scelta di un modello logico di tipo relazionale che dai database si estende ai più recenti archivi a connotazione spaziale. Un tale modello si basa su un approccio descrittivo che esalta la connessione e la relazione tra le differenti variabili-entità investigate; alla codifica numerica dei dati, caratteristica dell'approccio matematico-quantitativo, si sostituisce un nuovo formalismo che ingloba i meccanismi logici tipici della relazione tra le entità. Questo orientamento parte dal modello dei dati testuali per integrare qualsiasi tipo di informazione (grafica bidimensionale e tridimensionale) in un unico processo di strutturazione ed analisi dei dati. Come aveva osservato A. DE GUIO (1991) nel suo progetto per gli anni '90, l'informatica ha innescato una profonda revisione del circuito "operazionale-metodologico" tradizionale; tuttavia ciò non si è realizzato nei campi dell'intelligenza artificiale e della multimedialità nel modo in cui era stato previsto da A. de Guio. Una revisione, anche se timida e parziale, della metodologia emerge in modo dirompente nell'applicazione di uno straordinario e nuovo potente strumento: il GIS.

Il continuo incremento delle applicazioni computazionali in Italia sembra dunque produrre un nuovo clima che prefigura un deciso cambiamento di rotta nell'interazione tra umanisti ed informatica: dallo scambio delle esperienze maturate nei singoli progetti emerge un nuovo atteggiamento. Negli anni '70 ed '80 gli archeologi avevano delegato agli specialisti informatici qualsiasi tipo di soluzione tecnica, software e hardware, nella ricerca di percorsi di automazione e classificazione dei dati. Al contrario nel corso degli anni '90 grazie a quel processo di alfabetizzazione informatica determinato dalla introduzione dei Personal Computer, numerosi ricercatori si sono misurati direttamente con la complessità delle soluzioni applicative diventando utenti esperti. Mentre lo sviluppo di iniziative avanzate ed innovative sul versante hardware e software resta affidato alla particolare capacità e formazione dei programmatori e degli ingegneri del software, gli archeologi sono oggi in grado di seguire e dirigere il lavoro degli informatici senza intermediari e senza soggezione. Questo atteggiamento ha consentito di superare quella netta frattura che aveva caratterizzato fin dall'inizio l'incontro tra i due settori, quello archeologico e quello informatico. Ed oggi, anche se il fenomeno non è ancora del tutto maturato, comincia ad emergere una nuova cultura in cui le due discipline sono contigue e in alcuni casi hanno una sovrapposizione di competenze e know-how.

Il dibattito ed il confronto metodologico fra quanti operano in questo particolare settore di studi fanno apparire anche i limiti di un'archeologia digitale "sotterranea" caratterizzata da strumenti di largo dominio che non sembrano però generare un impatto virtuoso sullo sviluppo della ricerca: si pensi ad

esempio alla diffusione dei database creati per ogni singolo scavo archeologico o per limitati progetti di ricerca o anche all'incremento di sistemi per l'acquisizione digitale della documentazione grafica (foto e video). Tali archivi appaiono il risultato di scelte basate sulla conservazione del dato e, mancando qualsiasi progettualità per la gestione e lo studio delle informazioni, essi restano di una qualche utilità soltanto per i ricercatori che li hanno realizzati. La diffusione degli strumenti informatici non ha ancora favorito una reale circolazione ed integrazione dei dati all'esterno dei gruppi di ricerca. Anche i programmi che il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha realizzato in questi anni nel settore della catalogazione ed informatizzazione del patrimonio archeologico non sono andati al di là di una generica memorizzazione dei dati (vedi i programmi SAXA e DESC); l'assenza di strumenti in grado di assicurare un'ampia circolazione e diffusione delle schede informatizzate non ha determinato un diverso atteggiamento nei confronti degli archivi digitali. Di frequente questi software per l'informatizzazione e la catalogazione sono stati adoperati, e vengono tuttora adoperati, per la produzione di stampe cartacee in formato A4 che sostituiscono i vecchi ed ingombranti schedoni.

Nonostante l'incremento delle applicazioni, il panorama italiano appare ancora oggi fortemente condizionato da un approccio che subordina in termini sussidiari e quindi di servizio l'intervento informatico in archeologia. Probabilmente proprio questo atteggiamento ha determinato nel nostro Paese un ritardo nello sviluppo di soluzioni anche avanzate rispetto a quanto oggi è proposto in altri paesi europei. Una prospettiva che configura il supporto delle tecnologie informatiche come un sostegno più moderno attribuisce alle soluzioni computazionali il ruolo di modalità sbrigativa, certamente efficace, indirizzata a ridurre costi e/o risolvere problemi di gestione dei dati. Manca qualsiasi attenzione alle nuove domande ed alle conseguenti nuove risposte che l'impiego dei metodi computazionali in archeologia possono determinare soprattutto nel campo delle tecnologie spaziali e nella integrazione di dati di natura differente. Di frequente le tecniche e le procedure di automazione nell'acquisizione e consultazione dei dati sono considerate utili ed il computer stesso è ritenuto uno strumento tecnico irrinunciabile. Tuttavia in questo processo di inglobamento dell'elaboratore nello svolgimento della ricerca, si ignora l'impatto che i metodi computazionali possono avere a livello metodologico. Il computer è utile per ordinare i record, classificare le quantità, analizzare le immagini e simulare i comportamenti; svolge alcune importantissime funzioni di editing grafico vettoriale e raster; semplifica l'acquisizione dei dati sul terreno; garantisce la conservazione degli archivi in formato digitale. Ciò nonostante l'interpretazione dei dati e la ricostruzione storica dei fenomeni culturali, sociali ed economici è ancora strettamente e saldamente nelle mani dell'uomo. Al computer vengono riservati compiti ausiliari e non di tipo "explanatory".

Responsabile di un tale orientamento risulta, come da lungo tempo già evidenziato da numerosi autori, il radicamento di una critica di tipo post-processualista (sull'argomento: DE GUIO 1991; MOSCATI 1996). Se alla *New Archaeology* può essere attribuita una erronea sopravvalutazione delle potenzialità del computer nel classificare e raggruppare i dati in risultati oggettivi validati scientificamente senza alcuna verifica degli algoritmi selezionati, al filone post-processualista va invece ascritta una eccessiva stima nella neutralità dell'elaboratore e della elaborazione nella organizzazione e gestione di una grande quantità di variabili e record. All'interno di un giudizio negativo rivolto alla impostazione schematica e riduttiva dell'archeologia quantitativa sul piano formale, si inseriscono elementi di rifiuto verso il riconoscimento degli apporti innovativi teorici e metodologici che il computer può generare nel processo di interpretazione storica.

Nonostante un ricorso ampio, sistematico e strutturale nell'acquisizione ed organizzazione delle informazioni archeologiche in formato digitale, l'introduzione del computer nel settore della catalogazione dei beni archeologici è ancora un elemento legato a logiche di intervento straordinario. Seppure con significative discontinuità, si osserva un'assenza di progettualità indirizzata ad esaltare la rinnovata capacità di fare ricerca ricorrendo ad una nuova metodologia. La stessa esperienza ministeriale dell'espansione tecnologica nella gestione del patrimonio storico-archeologico è stata per molti aspetti fallimentare (FRANCOVICH 1999), proprio perché vista esclusivamente dal punto di vista dell'ammodernamento tecnologico. Molto spesso, terminati quei progetti che hanno contrassegnato l'incontro tra informatica e archeologia, non c'è stata alcuna significativa ricaduta nell'ambito delle attività quotidiane delle istituzioni sia per la rapida obsolescenza delle attrezzature che per l'assenza di adeguata formazione del personale interessato all'impiego delle nuove tecnologie informatiche (GUERMANDI 1996).

Anche in presenza di un consistente progresso della ricerca, con uno sviluppo significativo del settore applicativo, l'interazione tra la cultura archeologica e quella informatica in Italia non è stata ancora in grado di produrre un avanzamento complessivo del numero di soluzioni adottate. Il confronto tra umanisti ed informatici ha favorito, come aveva segnalato M. CRISTOFANI (1990), l'individuazione di un nuovo comune percorso di ricerca ed innovazione della metodologia. Tuttavia per l'adeguamento del nostro sistema alle esperienze europee vanno ancora rimossi quei condizionamenti sui quali si è di recente soffermato R. FRANCOVICH (1999): e cioè il problema generazionale, l'alfabetizzazione informatica, la questione di un consistente finanziamento delle ricerche e sperimentazioni, ed infine una questione che Francovich definisce comportamentale e che si riferisce a quel conservatorismo il cui atteggiamento di rifiuto della tecnologia è stato anche da noi

considerato in precedenza come uno dei fattori determinanti nel ritardo della diffusione degli strumenti informatici in archeologia.

In alcuni paesi europei, soprattutto in Gran Bretagna, una forte spinta allo sfruttamento, ai fini della tutela, delle tecnologie informatiche è venuta proprio dalle istituzioni indirizzate alla gestione ed alla salvaguardia del patrimonio archeologico. Da molti anni le Royal Commissions anglosassoni (da ultimo LANG 2000) hanno ideato e sviluppato numerosi progetti per l'uso della fotogrammetria terrestre nella documentazione grafica, del telerilevamento e delle riprese aeree per l'elaborazione della cartografia archeologica tematica, di Internet per la diffusione della conoscenza. In Italia, al contrario, il collegamento tra nuove tecnologie e beni culturali ha rappresentato negli ultimi anni solo una grande occasione economica per le imprese e, salvo pochissime eccezioni, non è stato possibile sperimentare ed avviare un diverso modello di gestione e valorizzazione del patrimonio archeologico. In mancanza di un concreto progetto, un ruolo sperimentale e nello stesso tempo trainante è stato assunto dalle Università e dagli Enti di Ricerca. Tuttavia, questa azione di avanguardia non si è realizzata coinvolgendo in modo diretto le istituzioni, ma in una forma di adesione individuale che soltanto in pochi casi è divenuta l'esperienza di una cattedra, di un'équipe o di un gruppo di ricerca interdisciplinare.

Una significativa discontinuità rispetto allo scenario sopra delineato emerge dai contributi editi nel corso degli ultimi 10 anni dalla rivista «Archeologia e Calcolatori» a cui possiamo oggi aggiungere le relazioni presentate al convegno di «Archeologia Computazionale». In particolare, nella discussione degli argomenti proposti nelle giornate del convegno non soltanto si è potuto evidenziare una decisa intraprendenza tecnologica da parte di sempre più numerose istituzioni scientifiche e team di ricerca, ma soprattutto è emersa una dimensione nuova del rapporto tra archeologia e informatica/calcolatori, segnata da una riflessione globale sulle tecnologie applicate all'archeologia. Il motivo che attraversa i differenti contributi presentati è la consapevolezza che l'adozione di procedure informatizzate ha cambiato profondamente, ed in alcuni casi radicalmente, l'approccio al dato ed al suo contenuto informativo, mutando in sostanza il modo stesso di fare ricerca.

L'allargamento della base di discussione e confronto e il ruolo svolto in questi anni dalla rivista «Archeologia e Calcolatori» nel monitorare i progressi compiuti dalle ricerche costituiscono una premessa indispensabile per la definizione di un nuovo progetto per il terzo millennio. L'archeologia computazionale non sarà tuttavia soltanto l'applicazione passiva e acritica dello sviluppo del software commerciale e delle soluzioni quantitative derivate da altre discipline. Questo approccio diventerà sempre più centrale nella metodologia archeologica se saprà trasformare quella sterminata quantità di dati eterogenei che caratterizzano la ricerca archeologica in nuovi modelli orga-

nizzativi ed in nuove domande (si veda ad esempio per l'applicazione della teoria del *fuzzy set* in archeologia: CRESCIOLI, D'ANDREA, NICCOLUCCI 2000).

Soltanto seguendo un percorso teorico-metodologico basato sul presupposto che la metodologia impiegata ha un impatto sulle informazioni prodotte, potremo formalizzare nuove astrazioni ed inediti modelli interpretativi sfruttando le potenzialità multidirezionali del computer. Ma ciò avverrà quando saremo in grado di capire e sfruttare in termini nuovi l'apporto non solo tecnico, ma anche logico che le macchine possono oggi fornirci sul piano della ricostruzione storica e dell'interpretazione del passato. Finora un tale approccio ha trovato una prima applicazione in Inghilterra nell'ambito del settore di studi dedicati all'interazione uomo-ambiente (LLOBERA 2000; WHEATLEY, GILLINGS 2000): particolare attenzione è stata dedicata a quei fenomeni percettivi che hanno determinato, nei diversi momenti storici, una diversa comprensione geografica e culturale del paesaggio circostante da parte dell'uomo antico. Si tratta di un piccolo, ma significativo progresso che, sebbene discutibile nelle sue conclusioni, fa comprendere tutta la novità che un uso intelligente del computer e non solo del software può generare sul versante epistemologico.

## 2. QUALE FUTURO PER L'ARCHEOLOGIA DIGITALE: ORIENTAMENTI E LINEE DI TENDENZA

Pretendere di trarre dagli interventi qui pubblicati un quadro definitivo ed esaustivo della situazione della ricerca italiana nel settore sarebbe certamente presuntuoso. Tuttavia, la discussione avviata con questi contributi, l'ampia rappresentatività dei partecipanti sia dal punto di vista delle istituzioni di provenienza, distribuite per tutto il territorio nazionale, sia da quello delle aree tematiche, tutte presenti salvo quella statistica (che al momento sta attraversando una fase di riflessione forse in conseguenza delle critiche post-processuali al meccanicismo di certe applicazioni o, magari, per aver riversato nelle applicazioni GIS molte delle elaborazioni statistiche di dati spaziali), suggeriscono alcune questioni che sottoponiamo all'attenzione della comunità scientifica.

Esiste un'area disciplinare che comprende le applicazioni computazionali in campo archeologico?

La domanda non è retorica, visto che manca addirittura una denominazione condivisa da quanti vi operano, oscillando fra archeologia computazionale, archeologia digitale, archeoinformatica, informatica archeologica e altre ancora. Vi sono comunque forti segnali che tale area si sia ormai decisamente configurata come autonoma, certamente dall'informatica e probabilmente anche dall'archeologia. Una disciplina è infatti tale se ha contenuti scientifici propri, che naturalmente non sono solo quelli raccolti in questi atti, ma soprattutto in 10 anni di pubblicazioni di «Archeologia e Calco-

latori» ed in un periodo più lungo di conferenze internazionali, prime fra tutte quelle della CAA, ormai patrimonio transnazionale avendo superato l'iniziale connotazione anglosassone. Questi contenuti si esprimono in **monografie specifiche**, sia di carattere scientifico – che non mancano – che di carattere didattico, queste seconde invece decisamente carenti sul piano numerico. L'identità disciplinare si manifesta attraverso i **protagonisti**, cioè studiosi che fanno di questo campo di ricerca la loro attività prevalente, come la maggior parte degli autori dei contributi qui raccolti e, con loro, moltissimi altri ricercatori in Italia e all'estero, e le **nuove professionalità** create dallo sviluppo tecnologico, come l'esperto di comunicazione multimediale per i beni archeologici, che necessitano di una formazione multidisciplinare ma saldamente ancorata a un contesto culturale ben definito. Alla definizione di quest'identità concorre una "riflessione metodologica" ricca di contributi, come nota giustamente P. MOSCATI (1999), sia complessivamente che all'interno dei vari filoni che la compongono (per citare solo gli interventi più recenti, si veda per i GIS: LOCK, HARRIS 2000; per le applicazioni di realtà virtuale: BARCELÓ 2000; per la metodologia informatica applicata all'archeologia: GARDIN 1999; GUIMIER-SORBETS 1999; GUERMANDI 1999; ORLANDI 1999, oltre alla serie "25 years of..." pubblicata nella XXV Conferenza della CAA del 1997: SCOLLAR 1999; LAFLIN 1999; ASPINALL, HEIGH 1999; STEWART 1999; ORTON 1999; WILCOCK 1999). Infine, l'identità si manifesta in **luoghi deputati**, siano esse riviste come «Archeologia e Calcolatori», convegni specialistici come il presente, didattica, come i corsi che iniziano a nascere, per ora quasi soltanto a livello di Scuole di Specializzazione, di Corsi di Perfezionamento e, con qualità ineguale, all'interno dei corsi di laurea in Beni Culturali.

Comincia timidamente a spuntare un riconoscimento ufficiale nella declaratoria del settore scientifico-disciplinare L-ANT/10 *Metodologie della Ricerca Archeologica*, che cita *en passant* i «metodi informatici della ricerca archeologica», elevandoli forse al rango di una di tali metodologie. Si tratta comunque di un'innovazione significativa, e felice nella scelta del termine, che sottolinea l'aspetto informatico della metodologia finalizzandolo a obiettivi di carattere archeologico, anche se implicitamente esclude i contenuti per i quali C. Orton continua a battersi perché ci si ricordi che nella denominazione ufficiale della CAA accanto alle *Computer Applications* figurano i *Quantitative Methods*, ad esempio la statistica, pur se non rappresentati nell'acronimo.

Spetterà dunque alla saggezza dei Consigli che gestiranno l'autonomia universitaria fare giustizia dei corsi di Elementi di Informatica dove si insegna la programmazione in C, lasciando l'alfabetizzazione informatica degli studenti al conseguimento obbligatorio dell'ECDL (*European Computer Driving Licence*, il diploma di conoscenze informatiche di base riconosciuto

dall'Unione Europea), e gestire in modo innovativo l'apertura contenuta in questo paradigma ufficiale per estendere l'offerta didattica all'informatica archeologica. Viene però da chiedersi se in un panorama in cui gli spazi complessivi si restringono, tale saggezza, ove esista, trovi il modo di manifestarsi, scegliendo per questo nuovo insegnamento di *Metodologie* l'interpretazione come archeometria, informatica archeologica, archeobotanica o altro ancora, al posto di contenuti storicamente connotati dalla denominazione di *Metodologia della Ricerca Archeologica*. Il rischio è che in conclusione nulla cambi, lasciando l'informatica archeologica nei seminari e nei moduli, in una condizione di perenne minorità. Fra pochi anni, i nostri laureati dovranno misurarsi in uno spazio europeo della cultura insieme a chi avrà conseguito un master in sistemi informativi archeologici rilasciato dall'Università di York, oppure un dottorato in applicazioni informatiche all'archeologia a Leiden, per citare solo due esempi fra i molti già esistenti, e questo farà giustizia sommaria dei provincialismi.

### 3. LE RELAZIONI AL CONVEGNO

Gli interventi presentati al convegno sono stati raggruppati secondo due particolari filoni applicativi: 1) GIS e tecnologie per l'acquisizione e gestione dei dati; 2) nuovi strumenti per l'acquisizione e la divulgazione dei dati digitali. Talvolta questa distinzione percorre in modo trasversale i differenti contributi nei quali aspetti relativi alla gestione ed acquisizione dei dati si integrano con quelli della comunicazione. Molto spesso questioni teoriche e soluzioni tecniche si intersecano nella discussione delle esperienze, e quindi offrire una sistematizzazione dei differenti progetti e sistemi proposti secondo due prevalenti linee di sviluppo è un'operazione che potrà lasciare perplesso qualche lettore. Delle relazioni presentate si propone qui di seguito una breve sintesi dedicata alle problematiche ed alle soluzioni adottate, evidenziando in taluni casi la relazione esistente tra gli obiettivi indicati, l'implementazione dei sistemi e le valutazioni metodologiche. Di ogni area tematica trattata si fornirà una riflessione sintetica sullo stato dell'arte, soprattutto in confronto alle esperienze internazionali, ed alcune considerazioni sui possibili sviluppi futuri dei diversi filoni di ricerca esaminati.

Completano le giornate del convegno due brevi interventi di carattere generale. Il primo, ad opera di L. Moltedo, R. Picco e P. Salonia, riporta i risultati di un'indagine statistica sull'impiego delle tecnologie per i beni culturali. Il secondo, di G. Vannini, esamina il rapporto fra informatica e archeologia dal punto di vista di un archeologo "tradizionale", aperto all'innovazione; dalla lettura del contributo si ricavano delle impressioni non dissimili da quelle accennate nella presente introduzione.



### 3.1 GIS e tecnologie per l'acquisizione e gestione dei dati

#### 3.1.1 Le aree tematiche

Il tema delle applicazioni computazionali nel campo dei sistemi per la registrazione, organizzazione e strutturazione dei dati è affrontato in numerosi contributi che offrono specifiche soluzioni sia di tipo hardware che connesse allo sviluppo di particolari implementazioni software. In questo specifico settore di intervento si raggruppa il numero più consistente delle esperienze illustrate nel corso del convegno.

Un primo gruppo di relazioni rientra nelle applicazioni per l'acquisizione, integrazione e gestione di dati digitali di differente natura (testuali, grafici, spaziali). Alle tecniche per la raccolta dei dati sul terreno (Ancona, Doderò, Gianuzzi), che si basano sulla sperimentazione di particolari attrezzature hardware (ad esempio: RYAN, PASCOE, MORSE 1999), seguono soluzioni globali per lo scavo archeologico che sfruttano sia modelli ipermediali (Santoriello e Scelza) implementati con software proprietario (LATTARA 10) sia moduli di collegamento finalizzati alla realizzazione di GIS multidirezionali (Valenti; Fronza; Nardini). Entrambe queste esperienze dimostrano come la potenziale capacità di integrare i dati sul campo con altre informazioni costituisca una base indispensabile per l'interpretazione di un contesto archeologico esaminato in modo stratigrafico. A questo specifico approccio multi-utente si può accostare una particolare applicazione creata per la consultazione dei dati di scavo in forma remota e con una interfaccia multi-piattaforma visualizzabile in Internet (Crescioli, Niccolucci, Tonghini, Vanini). Come le esperienze in precedenza segnalate, anche questa soluzione presenta numerose analogie nell'impostazione con sistemi simili realizzati soprattutto in Gran Bretagna (da ultimo LANG 2000; LOCK, HARRIS 2000); si deve comunque evidenziare come le esperienze anglosassoni (tra tutte l'ADS) rappresentino un modello per le istituzioni italiane, essendo quei progetti non sperimentali, ma iniziative quotidiane di ricerca e sviluppo di nuove metodologie per la salvaguardia del patrimonio archeologico.

Un'altra serie di contributi si inserisce nel filone delle tecnologie spaziali ed in modo particolare del GIS e della fotogrammetria terrestre, per la gestione del patrimonio archeologico e culturale (Baratta, Mangia; D'Andrea; Peduto, Santoro). Si tratta di un settore di intervento particolarmente produttivo che da anni è stato ampiamente sviluppato (si veda ad esempio la rassegna internazionale presentata in MOSCATI 1999), poiché consente di integrare singoli rinvenimenti archeologici su una moderna cartografia digitale territoriale; alle caratteristiche tipiche della cartografia tematica, queste applicazioni aggiungono la connessione ad archivi digitali relazionali basilari anche per una più corretta e puntuale politica di tutela del patrimonio archeologico nel territorio.

L'uso di applicazioni GIS nell'acquisizione ed integrazione di dati eterogenei per l'interpretazione di complessi territoriali ricorre in quattro relazioni (Colosi, Gabrielli, Piro, Santoro; Carrara; Parmegiani, Poscolieri; De Guio). Impostate su modelli statistici multivariati, su procedure di overlay topologico e sulla sovrapposizione delle immagini satellitari sui DTM, questi progetti hanno condotto alla produzione di nuove informazioni su cui si basano inedite ipotesi ricostruttive. Quello dei modelli simulativi, predittivi o locazionali, è un tema molto diffuso nel panorama internazionale e può essere considerato il più consistente settore applicativo, oltre che uno dei primi (KVAMME 1987). Rispetto alle esperienze internazionali (da ultimo KAMERMANS 2000; STANIÈ, VELJANOVSKI 2000) le soluzioni sviluppate in Italia sembrano indirizzate in prevalenza alla utilizzazione degli algoritmi previsti dal software. È assente una particolare attenzione alle specifiche implicazioni delle analisi di intervisibilità e gli stessi algoritmi della *cost-surface analysis* con tutte le varianti (*path-cost surface analysis* e *cumulative cost-surface analysis*: si veda VAN LEUSEN 1999) non hanno ancora trovato un terreno favorevole.

### 3.1.2 Le esperienze

L'uso di un sistema integrato hardware e software per il supporto in *real-time* degli interventi di scavo è discusso nel lavoro di Ancona, Doderò e Gianuzzi. Il contributo descrive il funzionamento del prototipo RAMSES sperimentato nel sito di Poliochni in Grecia. Il sistema si basa sull'impiego di una rete LAN wireless che collega équipe di ricerca situate in postazioni tra loro distanti. Sfruttando la comunicazione su radiofrequenze, è possibile lavorare in rete all'aperto senza dover cablare l'area di scavo. Le informazioni sono registrate sul terreno con il software ARCHEO, un applicativo che aggiunge, alle tipiche caratteristiche del taccuino elettronico, un sofisticato sistema per l'acquisizione delle informazioni testuali, visive e spaziali mediante una penna magnetica. I dati acquisiti sul campo sono inviati via rete alla postazione fissa principale dove è installato il sistema ADE (Archaeological Data Environment) che memorizza ed elabora le informazioni ricevute.

Ancora il tema della condivisione dei dati al fine di assicurare la massima operatività tra i ricercatori, a prescindere dalle piattaforme utilizzate, è l'obiettivo del contributo proposto da Crescioli, Niccolucci, Tonghini e Vanini. La soluzione adottata si basa sullo sviluppo dell'interfaccia P.E.T.R.A. finalizzato alla creazione *on-demand* di pagine HTML; in tal modo per poter accedere agli archivi e consultare le informazioni è sufficiente disporre di un browser (Netscape o Explorer). L'architettura è stata progettata su vari livelli gerarchici di dati strutturati in file di testo che rendono efficace l'interrogazione degli archivi testuali. Il sistema memorizza i dati di scavo e li visualizza dinamicamente mediante link generati sulla base delle richieste

dell'utente. Il progetto, applicato nelle indagini sulle forme dell'incastellamento crociato nel XII secolo nei territori della Signoria di Transgiordania, si inserisce in una più complessa informatizzazione che comprende anche l'elaborazione di rilievi digitali importati direttamente nella banca-dati.

Nell'intervento di Santoriello e Scelza ritorna la tematica del legame tra ricerca archeologia e strumenti informatici. Il contributo esamina l'applicazione del sistema *SysFra* alla gestione dello scavo di Fratte di Salerno, un sito che ha restituito in oltre 100 anni di indagini una ricchissima quanto disomogenea documentazione. Allo scopo di rendere coerenti le informazioni, sono state uniformate le differenti procedure di archiviazione adottate secondo un unico standard di registrazione. L'esigenza di normalizzare le descrizioni attraverso un lessico comune non deve essere vista solo come un processo di archiviazione coerente delle informazioni; essa si inserisce in una più ampia analisi del modo di formazione del dato archeologico. Così, l'informatizzazione del record archeologico secondo strutture formali rigide non riduce il contenuto informativo del dato, anzi tende a conservare la sua complessità valorizzando una quantità di elementi spesso considerati ininfluenti o incoerenti nella operazione di lettura interpretativa.

L'impiego di una soluzione GIS globale per lo scavo è trattato anche nel contributo di Valenti e nei due successivi ad opera di Nardini e Fronza. Il primo intervento illustra la filosofia dell'applicazione software adoperata dalla cattedra di Archeologia Medievale dell'Università di Siena per la documentazione (grafica, fotografica e testuale) delle operazioni di scavo. Il sistema "Open Archeo" consiste in una interfaccia che permette di collegare vari tipi di dati in modo multidirezionale. La soluzione presentata risulta essere un sistema aperto in grado di relazionare il dato alfanumerico con quello grafico. Secondo l'Autore le soluzioni finora adottate risentono fortemente di una impostazione chiusa che mal si adatta alla natura polisemica dei dati archeologici. Per ridurre i rischi di un tale approccio, è stata ideata un'architettura flessibile descritta ed implementata dagli archeologici e non più mediata dall'analista informatico. Il contributo, che illustra alcuni esempi di applicazione al nucleo fortificato di Poggio Imperiale, evidenzia come l'impiego di un GIS risulti in definitiva uno strumento per la produzione delle informazioni e non solo un'applicazione per la gestione dei dati.

I due contributi presentati rispettivamente da Nardini e Fronza illustrano le procedure realizzate nella implementazione del sistema. Il primo analizza la progettazione del modello grafico sviluppata con il software MacMap. Le informazioni spaziali sono state organizzate secondo 13 distinti tipi individuati sulla base della coerenza tipologica e della identità geometrica delle informazioni. Ciascun tipo è stato a sua volta ripartito in sottotipi che corrispondono ad una macroclassificazione delle unità stratigrafiche. L'Autrice illustra anche le varie fasi operative necessarie alla vettorializzazio-

ne e georeferenziazione delle informazioni spaziali ed il successivo collegamento di ciascun oggetto grafico ad una scheda con campi testuali e numerici. La vista dei dati grafici segue un percorso stabilito in fase di programmazione e rispondente a specifiche esigenze di ricerca. Particolare attenzione viene assegnata al problema dell'analisi di superfici verticali tridimensionali (prospetti e sezioni) che per scelta tecnica vengono convenzionalmente ridotte in poligoni bidimensionali. Il secondo intervento invece si sofferma sui principi che hanno determinato l'impostazione logica del modello dei dati alfanumerici. Gli archivi, implementati con FileMaker Pro, sono sviluppati in un ambiente relazionale gestito dall'interfaccia "Open Archeo". Al fine di velocizzare la fase del data-entry ed anche allo scopo di controllare l'immissione dei dati, il linguaggio è stato normalizzato con la definizione di vocabolari e *thesauri* per i valori dei campi. Alcune specifiche funzioni per la navigazione, l'interrogazione, la stampa e la quantificazione delle informazioni sono state create con apposite routine di programmazione. Come segnala l'Autore, l'architettura del sistema è stata modellata sulla logica dello scavo e della ricerca archeologica piuttosto che sui concetti di analisi e programmazione informatica.

L'ultimo intervento relativo allo sviluppo di una specifica soluzione GIS per la documentazione dello scavo è curato da Peduto e Santoro. Il sistema, sperimentato nel sito di Villa Rufolo a Ravello, si basa sull'analisi dei procedimenti che caratterizzano le varie fasi di elaborazione dei dati archeologici. Questo approccio ha permesso di mettere a punto un applicativo che offre molteplici letture dei dati: dalla visualizzazione combinata di vari livelli e dati planimetrici aggregati, all'analisi statistica delle quantità restituite da ciascuna unità stratigrafica. L'intervento si sofferma anche sulla descrizione di specifiche tecniche di rilevamento fotogrammetrico digitale che permettono la restituzione di fotopiani ed ortoimmagini. Questi supporti grafici, utili per specifiche analisi di dettaglio (materiche, strutturali, tessiturali), apriranno nuovi scenari. Le entità vettoriali ricavate dai fotopiani digitali potranno essere strutturate topologicamente e collegate a data base relazionali, nonché restituite con operazioni di rendering e ricostruzione virtuale.

Al settore del CRM è dedicato il contributo di D'Andrea, che illustra la progettazione ed implementazione di un sistema GIS vettoriale per la gestione del vasto complesso funerario etrusco di Pontecagnano (SA). Il lavoro descrive dettagliatamente le modalità operative prescelte nella creazione dell'applicativo il cui obiettivo prioritario è quello di migliorare la tutela del patrimonio archeologico. L'adozione di metodologie computazionali, in particolare nel settore delle tecnologie spaziali, apre dunque nuovi percorsi nella integrazione del patrimonio archeologico all'interno dei processi di pianificazione urbanistica. Anche negli Enti Locali preposti alla progettazione territoriale, i GIS stanno assumendo una progressiva importanza. In que-

sta prospettiva essi tenderanno a caricarsi nei prossimi anni di un ruolo sempre più strategico: elaborati per condividere ampie basi di dati spaziali, i GIS garantiranno la comunicazione e soprattutto l'interconnessione tra due settori, quello dei *policy-makers* e quello degli archeologi, che oggi non sempre appaiono convergenti.

L'uso di metodologie integrate per lo studio del territorio è il tema affrontato da Colosi, Costantini, Gabrielli, Piro e Santoro. L'analisi integrata del contesto geografico deve seguire un percorso descrittivo scandito da una serie di distinte fasi metodologiche corrispondenti all'acquisizione dei dati ambientali (topografia, geo-morfologia, litostratigrafia, uso del suolo) correlati alla ricerca sul campo delle testimonianze antropiche (ricognizioni di superficie, scavo, prospezioni geofisiche). Numerose informazioni possono essere ricavate con l'uso di particolari procedure come il telerilevamento, l'elaborazione del DTM, lo sviluppo delle carte di pendenza e della esposizione dei versanti, la georeferenziazione dei rinvenimenti archeologici, nonché attraverso lo studio della cartografia storica ed infine con il supporto delle prospezioni geofisiche. L'intervento esamina l'applicazione di questa metodologia sperimentale al sito di Magliano Sabina.

Non sottoposti per la pubblicazione risultano gli interventi di Jacoli Carrara, Parmegiani e Poscolieri, de Guio ed infine Baratta e Mangia. Jacoli Carrara nella sua relazione ha illustrato l'impiego di tecniche GIS, telerilevamento, DTM e modelli statistici multivariati applicati allo studio di alcune aree archeologiche. Muovendo dal principio che un ampio spettro di caratteristiche ambientali ha influenzato le scelte insediative, il contributo analizza gli importanti risultati scientifici raggiunti nell'adozione di modelli di tipo predittivo nell'indagine del popolamento del bacino del fiume Trionto (Calabria) e della Lucania nel corso del Paleolitico, e nell'area del distretto di Kapilavastu in Nepal.

Nell'intervento di Parmegiani e Poscolieri sono stati discussi i risultati relativi alla ricostruzione dell'assetto del territorio nel bacino del fiume Fiora durante l'età del Bronzo. La ricerca si basa sull'analisi delle carte d'acclività elaborate su una immagine Landsat TM. L'acclività rappresenta uno dei fattori più importanti nella caratterizzazione di un territorio; tutte le tipologie morfologiche (montagne, valli, fiumi, coste, ecc.) presentano un determinato assetto, risultato dell'interazione di processi endogeni ed esogeni che modellano la superficie topografica. Le carte di acclività, su cui sono stati collocati gli abitati del Bronzo Finale e le strutture idrologiche, sono servite come base per indagare i rapporti tra i siti studiati. I tematismi ottenuti hanno permesso di formulare ipotesi sui possibili percorsi tra i vari insediamenti, considerando la complessità dell'assetto morfologico della parte orientale del fiume Fiora, caratterizzato da lunghe e strette valli. La verifica delle possibili vie di comunicazione nell'area di studio è poi stata effettuata

sovrapponendo, sulle informazioni territoriali ricavate dall'analisi delle immagini satellitari, il sistema viario ed idrografico, documentato sulla Carta del Catasto Gregoriano.

Il tema affrontato nella relazione di de Guio tocca la questione del dibattito teorico sviluppatosi sulle prospettive di un emergente filone di GIS "attoriali", basati sulla *Social Action Theory*. Partendo dall'esame delle differenti correnti di ricerca oggi interessate alla comprensione della funzione dei GIS (dall'antropologia nord-americana alla post-processual archaeology, al "Methodological Individualism", alla "Microeconomics") il contributo illustra le applicazioni di modelli di analisi spaziale (Remote Sensing/Image Processing; GIS/Virtual Reality...) utilizzate nella simulazione dei "paesaggi di potere" della Bassa Veronese (Età del Bronzo), nella esplorazione virtuale della "strada" più antica del mondo finora nota (Brendola-VI: Neolitico), ed infine in una inedita e composita prospettiva analitica sulla "Archeologia della Guerra" (Altopiano di Asiago: Grande Guerra).

Mangia e Baratta hanno illustrato i progetti realizzati dal Laboratorio di Informatica per l'Archeologia presso l'Università di Lecce nell'ambito dello studio dei sistemi insediativi dell'area adriatica meridionale. Sono stati presentati i risultati di una innovativa metodologia di indagine basata sull'elaborazione di dati grafici vettoriali di tipo territoriale collegati ad un'ampia banca-dati. Lo sviluppo di una cartografia tematica, dal livello di dettaglio dello scavo all'ambito territoriale, trova un largo impiego nell'attività di salvaguardia. Le carte archeologiche del rischio rappresentano, nelle aree urbane fortemente antropizzate e soggette a rapide trasformazioni funzionali o espansioni edilizie, un valido strumento per la conoscenza e la tutela del patrimonio archeologico.

### 3.2 Nuovi strumenti per l'acquisizione e la divulgazione dei dati digitali

#### 3.2.1 Le aree tematiche

Vengono qui raggruppati una serie di articoli che affrontano l'acquisizione dei dati geometrici ed architettonici, la pubblicazione archeologica su Internet e le ricostruzioni virtuali.

Nel primo gruppo di articoli (Salonia; Orazi; Bacigalupo, Cessari, Fangi) è trattata una serie di problemi di natura diversa, ma tutti esaminati con una logica simile, cioè l'impiego di metodi digitali per l'acquisizione dei dati geometrici e la loro rappresentazione tridimensionale. I complessi architettonici così restituiti possono essere analizzati dal punto di vista del degrado, degli interventi di conservazione, consolidamento e restauro. Si tratta di realizzazioni sviluppate secondo una prospettiva architettonica, ma qui trattate prevalentemente sul piano metodologico, quindi con indicazioni aventi rilievo anche in un'ottica più strettamente archeologica.

L'utilizzo prevalente di Internet (Negroni Catacchio, Dolfini) riguarda, com'è immaginabile, la diffusione della conoscenza e la comunicazione; rispetto alle indicazioni raccolte nel 1997 (GUERMANDI 1997) esso è certamente aumentato, raggiungendo anche i musei statali e iniziando ad includere i primi contributi rivolti alla ricerca. Per quanto riguarda la comunicazione rivolta al grande pubblico, accanto a qualche esempio interessante si riscontra però generalmente uno sfruttamento inadeguato delle potenzialità del mezzo che poco aggiunge agli strumenti tradizionali. Le cause possono essere molteplici, quali la cronica mancanza di risorse delle strutture museali, la scarsa competenza del personale che vi opera nel campo delle tecnologie dell'informazione, la mancanza di convinzione del potenziale di Internet come strumento di penetrazione, comunicazione e promozione. Soltanto progetti mirati possono incidere su questo stato di cose. Cominciano ad apparire le prime pubblicazioni elettroniche sia sotto forma di giornali che di possibilità di accesso ai dati, una delle quali presentata in questi atti. In questo settore è certo un freno la mancanza di riconoscimento a livello accademico delle pubblicazioni elettroniche che rende non remunerativo lo sforzo di edizione e manutenzione.

Nel campo delle applicazioni archeologiche della realtà virtuale (Forte; Borra) non si constata, nel tempo, una significativa crescita del numero di quanti svolgono ricerca in questo particolare settore (BARCELÓ, FORTE, SANDERS 2000). È possibile che l'elevato costo delle apparecchiature necessarie per operare funzioni da deterrente: ad esclusione di alcune situazioni significative e qualificate, questo settore resta per lo più affidato all'iniziativa commerciale operante nel campo dei multimedia didattici e divulgativi.

### 3.2.2 Le esperienze

L'articolo di Bacigalupo, Cessari e Fangi descrive l'applicazione di un particolare metodo di rilievo finalizzato al miglioramento degli interventi di restauro. Nel caso proposto dagli Autori è stato esaminato il rilievo di alcune cupole di monumenti islamici a Samarcanda. Allo scopo di ricostruire in forma tridimensionale le cupole sono state applicate sia tecniche topografiche, utilizzando strumenti che non necessitano di prismi di appoggio, sia sistemi di fotogrammetria. Il contributo segnala come la metodologia utilizzata permetta una maggiore velocità di rilievo e una precisione superiore rispetto a quelle tradizionali, oltre a consentire misure altrimenti non rilevabili per l'impossibilità di accedere alle zone da esaminare. Ne viene proposto l'uso per monitorare lo stato di degrado e di dissesto statico delle superfici architettoniche, confrontando il modello ricostruito con questo metodo e quello matematico-geometrico anche allo scopo di individuarne gli scostamenti.

L'intervento di Orazi illustra una proposta metodologica per la standardizzazione degli interventi di restauro sulle superfici architettoniche al

fine di consentirne l'archiviazione informatica. Si tratta di individuare procedure descrittive di parametri che vanno dai materiali utilizzati allo stato delle superfici ed alla loro definizione geometrica digitale. L'articolo propone tecniche fotogrammetriche per l'acquisizione della geometria dell'oggetto, così da pervenire ad una sua descrizione digitale in un GIS. Lo stesso GIS diviene poi, in questa proposta, il supporto per la base dei dati descrittivi e lo strumento di progettazione e monitoraggio degli interventi, costituendo alla fine una banca-dati storica. Nella seconda parte dell'articolo viene illustrata l'applicazione di questa metodologia a Khor Rori (Oman) e vengono descritte le diverse fasi in cui si è sviluppato l'intervento. Il contributo, che esamina anche le modalità di disseminazione delle informazioni prodotte, si conclude con l'analisi dei benefici conseguenti all'impiego di procedure standardizzate.

L'intervento di Salonia descrive il funzionamento del sistema ARKIS, un complesso di procedure finalizzate all'organizzazione, rappresentazione e utilizzazione della conoscenza di beni architettonici e più in generale del patrimonio costruito. Il sistema integra l'informazione di tipo geometrico con quella alfanumerica in un sistema di tipo GIS, utilizzato ad una scala diversa da quella geografica/topografica. Il GIS è stato implementato prevedendo la creazione di layer correlati con i livelli descrittivi dell'edificio e differenziando i livelli di accesso in base ai differenti utilizzatori del sistema stesso. Il contributo analizza la struttura informativa di un prototipo di ARKIS e l'utilizzo di alcune particolari applicazioni nello studio del teatro romano di Aosta.

L'articolo di Dolfini e Negroni Catacchio è l'unico a presentare una realizzazione basata su Internet. Si tratta del sito dedicato a Sorgenti della Nova, un insediamento proto-urbano dell'Età del Bronzo nell'Etruria meridionale. In questa ricerca, lo sviluppo della tecnologia basata sulla rete si inserisce in un filone avviato oltre un decennio fa e comprendente un sistema di catalogazione oltre ad elaborazioni di carattere statistico (*Crosstabulations* e *Cluster Analysis*) e topografico-territoriale. Obiettivi del sito sono la divulgazione scientifica e soprattutto la comunicazione scientifica. Ci si propone, cioè, di fornire uno strumento per accedere ai dati "grezzi" della ricerca, allo scopo di consentire la possibilità di ripercorrere il processo di ricostruzione-interpretazione che ha prodotto i risultati di sintesi dell'indagine. Accanto a questa possibilità di accesso diretto, il sito offre tre percorsi "ragionati" di consultazione dei dati organizzati topograficamente, cronologicamente e per tipologia.

I due articoli sulle applicazioni di realtà virtuale in campo archeologico affrontano il tema da un punto di vista teorico-metodologico. In quello di Borra l'autore prende in considerazione la realizzazione di un modello virtuale in generale, descrivendo i diversi ruoli operativi che vi sono coin-



volti ed i diversi livelli di dettaglio del modello, denominati formale, operativo ed estetico. Dalla descrizione fornita per i diversi ruoli, emergono figure specializzate indirizzate verso gli aspetti più strettamente disciplinari della ricostruzione virtuale (tutore scientifico), verso quelli tecnologici/grafici (modellatore), e verso quelli comunicativi e di linguaggio (comunicatore); tutti questi livelli sono comunque dotati di un vocabolario comune che permette di interagire e collaborare al progetto di modello virtuale. I livelli di dettaglio descrivono le caratteristiche del modello da realizzare per quanto riguarda la risoluzione del modello (livello di dettaglio formale); le capacità operative delle apparecchiature utilizzate per costruire/visualizzare il modello virtuale (livello operativo); le caratteristiche apparenti (livello estetico) come fotorealismo, simulazioni ambientali, effetti particolari.

Nell'articolo di Forte l'Autore si propone di fornire una panoramica dell'archeologia virtuale partendo dalla definizione stessa del concetto e ripercorrendo succintamente le tappe della sua evoluzione fino all'archeologia cognitiva. Dopo aver analizzato la psicologia del vedere e le interazioni cognitive, classificate da un punto di vista computazionale, il contributo esamina le interazioni corrispondenti alle diverse tipologie di modelli virtuali. Basandosi sulle finalità che una ricostruzione virtuale archeologica dovrebbe possedere e gli scopi che dovrebbe prefiggersi, l'intervento propone una classificazione dei modelli virtuali in archeologia dal punto di vista degli obiettivi e delle loro caratteristiche. Viene poi fornito un elenco del software utilizzabile per realizzare differenti modelli virtuali ed una tipologia dei possibili sviluppi futuri della virtualità in campo archeologico. Il contributo si conclude con alcune riflessioni, anche di carattere filosofico, sul futuro dell'archeologia digitale.

ANDREA D'ANDREA

Centro Interdipartimentale di Servizio di Archeologia  
Istituto Universitario Orientale

FRANCO NICCOLUCCI

Dipartimento di Studi storici e geografici  
Università degli Studi di Firenze

## BIBLIOGRAFIA

- ASPINALL A., HAIGH J.G.B. 1999, *Twenty five years of archaeological prospection*, in DINGWALL *et al.* 1999, 13-18.
- BARCELÓ J.A. 2000, *Visualizing what might be: An introduction to Virtual Reality techniques in Archaeology*, in BARCELÓ, FORTE, SANDERS 2000, 9-35.
- BARCELÓ J.A., BRIZ I., VILA A. (eds.) 1999, *New Techniques for Old Times. CAA 1998 Proceedings of the 26th Conference*, BAR International Series 757, Oxford.
- BARCELÓ J.A., FORTE M., SANDERS D.H. (eds.) 2000, *Virtual Reality in Archaeology*, BAR International Series 843, Oxford, Archaeopress.

- CRESCIOLI M., D'ANDREA A., NICCOLUCCI F. 2000, *A GIS-based analysis of the Etruscan cemetery of Pontecagnano using fuzzy logic*, in LOCK 2000, 157-179.
- CRISTOFANI M. 1990, *Editoriale*, «Archeologia e Calcolatori», 1, 7-8.
- DE GUIO A. 1991, *Calcolatori ed Archeologia: un progetto per gli anni '90*, «Archeologia e Calcolatori», 2, 25-78.
- DINGWALL L., EXON S., GAFFNEY V., LAFLIN S., VAN LEUSEN M. (eds.) 1999, *Archaeology in the Age of the Internet. CAA 1997 Proceedings of the 25th Anniversary Conference*, BAR International Series 750, Oxford.
- FRANCOVICH R. 1999, *Archeologia medievale ed informatica: dieci anni dopo*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 45-61.
- GARDIN J.-C. 1999, *Calcul et narrativité dans les publications archéologiques*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 63-78.
- GUERMANDI M.P. 1996, *L'informatica come risorsa decisiva nella gestione del patrimonio archeologico: le attività dell'Istituto Beni Culturali della Regione Emilia Romagna*, in MOSCATI 1996a, 837-848.
- GUERMANDI M.P. 1997, *Presi nella rete: i siti archeologici in Internet*, «Archeologia e Calcolatori», 7, 151-169.
- GUERMANDI M.P. 1999, *Dalle basi dati alla rete: l'evoluzione del trattamento dei dati archeologici*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 89-100.
- GUIMIER-SORBETS A.-M. 1999, *Dès bases de données à la publication électronique*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 101-116.
- KAMERMANS H. 2000, *Land evaluation as predictive modelling: A deductive approach*, in LOCK 2000, 124-146.
- KVAMME K.L. 1989, *Geographic Information Systems in regional archaeological research and data management*, in M.B. SHIFFER (ed.), *Archaeological Method and Theory*, Tucson, University of Arizona Press, vol. 1, 139-202.
- LAFLIN S. 1999, *Twenty five years of CAA: A personal view*, in DINGWALL et al. 1999, 11-12.
- LANG N. 2000, *Beyond the Map: Harmonising research and Cultural Resource Management*, in LOCK 2000, 214-228.
- LATTARA 10 = PY M. (ed.) 1997, *Syslat 3.1. Système d'Information Archéologique. Manuel de référence*, Lattes.
- LLOBERA M. 2000, *Understanding movement: A pilot model towards the sociology of movement*, in LOCK 2000, 65-84.
- LOCK G. (ed.) 2000, *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*, Amsterdam, IOS Press.
- LOCK G., HARRIS T. 2000, *Introduction: Return to Ravello*, in LOCK 2000, XIII-XXV.
- MOSCATI P. (ed.) 1994, *Choice, representation and structuring of archaeological information: A current problem*, «Archeologia e Calcolatori», 5.
- MOSCATI P. (ed.) 1996a, *Proceedings of the III International Symposium on Computing and Archaeology (Rome 1995)*, «Archeologia e Calcolatori», 7.
- MOSCATI P. 1996b, *Archeologia quantitativa: nascita, sviluppo e "crisi"*, in MOSCATI 1996a, 579-590.
- MOSCATI P. (ed.) 1998, *Methodological Trends and Future Perspectives in the Application of GIS in Archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 9, 9-269.
- MOSCATI P. 1999, *"Archeologia e Calcolatori": dieci anni di contributi all'informatica archeologica*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 343-352.
- ORLANDI T. 1999, *Multimedialità e archeologia*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 145-158.
- ORTON C. 1999, *Plus ça change - Twenty five years of statistics in archaeology*, in DINGWALL et al. 1999, 25-34.

- RYAN N., PASCOE J., MORSE D. 1999, *FieldNote: Extending a GIS into a field*, in BARCELÓ, BRIZ, VILA 1999, 127-131.
- SCOLLAR I. 1999, *Twenty five years of Computer Application to Archaeology*, in DINGWALL *et al.* 1999, 5-10.
- STANÈIÈ Z., VELJANOVSKI T. 2000, *Understanding Roman settlement patterns through multivariate statistics and predictive modelling*, in LOCK 2000, 147-156.
- STEWART J. 1999, *Has twenty five years of computing provided greater physical and intellectual access to archaeology?*, in DINGWALL *et al.* 1999, 19-23.
- VAN LEUSEN M. 1999, *Viewshed and cost surface analysis using GIS (Cartographic modelling in a cell-based GIS II)*, in BARCELÓ, BRIZ, VILA 1999, 215-223.
- WHEATLEY D., GILLINGS M. 2000, *Vision, perception and GIS: Developing enriched approaches to the study of archaeological visibility*, in LOCK 2000, 1-27.
- WILCOK J.D. 1999, *Getting the best fit? Twenty five years of statistical techniques in archaeology*, in DINGWALL *et al.* 1999, 35-51.

