

L'esperienza dell'insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena (Italia) nel campo dell'informatica applicata (1990-2000).

Riccardo Francovich, Federico Salzotti, Marco Valenti
francovich@unisi.it
valenmar@unisi.it
salzotti@unisi.it

Introduzione - L'informatizzazione nell'Archeologia italiana

L'informatizzazione è oggi uno dei principali argomenti di discussione in Archeologia. A livello disciplinare, stenta però ad affermarsi come un sistema di documentazione necessario ed imprescindibile per governare la mole enorme di dati prodotti dalle nostre ricerche.

Nonostante alcune nicchie di sperimentazione (in particolare le università di Padova, Bologna-Ravenna, Roma-La Sapienza, Napoli-Federico II, Lecce e Siena), sono ancora molte le resistenze accademiche di fronte ad una serie di strumenti inizialmente ostici.

Già dalla metà degli anni ottanta, la tradizionale chiusura degli ambienti umanistici nazionali aveva creato un'arretratezza macroscopica a confronto con molte aree della ricerca archeologica europea e costituiva, come d'altra parte costituisce ancora, una forte remora all'ottimizzazione degli strumenti a disposizione. Al proposito è particolarmente significativo richiamare l'insuccesso di un qual si voglia progetto organico di inventariazione del patrimonio archeologico a livello nazionale, nonostante il largo investimento operato nel settore dal Ministero del Beni Culturali a partire dal fallimento delle iniziative nate con i finanziamenti erogati nell'ambito dei progetti sui cosiddetti "giacimenti culturali" (FRANCOVICH 1999).

In quegli anni l'incontro della ricerca archeologica italiana con la *computer science* si rivelava un rapporto non risolto ed ha colto quasi di sorpresa un ambiente scientifico ancora intento a perfezionare la sua metodologia di ricerca. Provare a "flettere" alle esigenze della disciplina gli algoritmi, le applicazioni e le strategie sviluppate nell'informatica pura rappresentava di fatto un'impresa difficile se non un ostacolo insormontabile (VALENTI 1998a). Si aspettava l'impiego del calcolatore come una sorta di magico strumento per la soluzione dei problemi connessi alle esigenze di uniformare ed accelerare la registrazione dei dati e di semplificarne la consultazione. Ci si augurava inoltre il superamento di operazioni ripetitive nella pratica dell'archeologia attraverso l'automatismo (FRANCOVICH 1990). Dopo un decennio ci siamo resi conto di quanto limitata fosse la conoscenza delle potenzialità dello strumento informatico, il concetto stesso di multimedialità era ancora lontano da essere percorso efficacemente e nello stesso momento il nostro grado di alfabetizzazione non ci autorizzava ad usare al meglio i personal computers. Una delle grandi difficoltà inoltre era costituita dal fatto che stavamo cercando un rapporto con una tecnologia che proprio in quella fase subiva una lenta, ma inesorabile, fase di trasformazione. Guardavamo agli informatici come ad una sorta di alchimisti dai quali ottenere la cura per i nostri mali ed al computer come ad una

macchina capace di restituire velocemente il risultato richiesto (FRANCOVICH 1999).

La situazione veniva complicata da esempi di sistemi informativi territoriali provenienti soprattutto dall'esterno. In particolare la tecnologia GIS, al di là delle poche nicchie con forme di applicazioni già avanzate (in particolare Roma: AZZENA 1992), trovò (e trova ancora) un ambiente che, nella quasi totalità dei casi, non solo doveva costruire le proprie banche dati, ma non aveva ancora le idee chiare delle cognizioni informatiche imprescindibili per realizzare, interrogare e fare parlare una piattaforma del genere. Esisteva in definitiva un forte problema di adeguamento ai tempi, di informazione sulle esperienze internazionali ed anche di conoscenza dello stato di avanzamento della tecnologia.

Eppure era nata, e stava muovendo i primi passi, una piccola tradizione di applicazione del computer nell'archeologia italiana. Soprattutto gli anni ottanta hanno visto svilupparsi anche nel nostro paese un'esperienza di "Archeologia Quantitativa" raccolta in un volume di sintesi uscito nel 1987 a cura di Paola Moscati (MOSCATI 1987). Già allora i paragrafi bene illustravano le tematiche affrontate all'estero ed in parte anche da noi (soprattutto in ambito protostorico): banche dati, analisi matematico-statistiche e applicazioni, analisi spaziali.

Non crediamo che il volume abbia ricevuto l'attenzione meritata. Probabilmente un'assunzione delle problematiche in esso contenute ed una curiosità maggiore della comunità scientifica verso lo stato dell'arte illustrato dalla Moscati avrebbero evitato molte delle battute a vuoto o le difficoltà degli anni seguenti, quando è stato molto forte l'impatto deflagrante delle possibilità offerte dalla crescita tecnologica. La stessa sorte sembra subire ai nostri giorni la rivista "Archeologia e Calcolatori" ormai giunta al suo decimo anno di attività che, pur con alcuni difetti insiti soprattutto negli articoli proposti da molti autori (troppo tecnicismo e scarsa chiarezza per accedere anche ad un pubblico più allargato) rappresenta uno strumento fondamentale in questo campo.

Oggi siamo comunque in uno stato di cambiamento: la rivoluzione digitale ci sta traghettando nel terzo millennio attraverso nuove forme di comunicazione, gestione e condivisione dell'informazione. Il progresso tecnologico, l'allargamento ad una sempre più ampia fascia di pubblico dei contenuti della nostra disciplina, l'annullamento del rapporto spazio-tempo prodotto dalle reti telematiche e dalla nascita del villaggio globale, hanno costretto anche le scienze umanistiche a confrontarsi con i computers. Alcune aree dell'archeologia non sono rimaste estranee a tali dinamiche ed hanno intrapreso attivamente percorsi, talvolta originali, con esiti diversificati tra nazioni ed anche all'interno di ogni singolo paese (in Italia l'area dell'Archeologia Medievale si è proposta come un terreno di sperimentazione avanzata).

Di recente l'interesse generale si è finalmente posato anche da noi sulle applicazioni GIS come testimoniano i convegni di Ravello nel 1993, la summer school di Pontignano-Siena nel 1995 e tutta una serie di workshops a livello nazionale.

Il GIS, insostituibile per una gestione sistematica di tutti i tipi di dato archeologico, ha nuovamente confuso la situazione; si tratta di una tecnologia molto impegnativa, senza dubbio inizialmente criptica, attuabile solo avendo grande confidenza con una vasta mole di applicativi (grafica vettoriale, fogli di calcolo, database, trattamento immagine, programmazione).

In molti quindi stanno costruendo, o tentando di costruire, piattaforme GIS sia di territorio sia di scavo. E' un momento molto dinamico; il panorama, pur se positivo, non può però ancora definirsi pienamente soddisfacente. Se dalla metà degli anni novanta sono stati fatti dei passi avanti (in particolare nell'ambito universitario), non siamo comunque autorizzati a credere che l'informatizzazione abbia definitivamente sfondato. La crescita si abbina soprattutto ad iniziative singole e non su progetti organici; inoltre esistono ancora resistenze "tradizionaliste" talvolta camuffate da dichiarazioni di apertura verso l'innovazione. Anche se le numerose occasioni d'incontro mostrano sempre più una sperimentazione diffusa ed un confronto in atto, ci troviamo in pratica di fronte ad una sorta di "anno 0" i cui effetti saranno giudicabili solo in un prossimo futuro.

Da parte nostra abbiamo fiducia nella capacità di crescita degli archeologi ma vediamo profilarsi all'orizzonte alcuni pericoli di rallentamento per uno sviluppo organico.

Essenzialmente sono tre i fattori da sottolineare:

- l'idea ancora esistente di comprare la soluzione ai problemi di informatizzazione;
- la nascita di una "corporazione" di iniziati che mal comunica con il resto della comunità scientifica;
- il rischio di vedere presentato un sempre maggior numero di applicazioni che rimangono poi al semplice livello di esercizio di stile.

a) - Rivolgersi al mercato dietro al principio "quanto costa la soluzione?" rappresenta un errore macroscopico ed un atteggiamento privo di senso nell'attuale strategia di progettazione della grandi multinazionali dell'hardware e del software. Questa si basa sulla diffusione di macchine ed applicativi sofisticati, con capacità di calcolo impensabili sino a due anni fa, e sul rendere accessibile la programmazione del proprio computer. Di conseguenza, ciò significa mettere in una posizione di dominio sulla macchina chiunque decida di approfondirne l'uso: riuscire a costruire le proprie soluzioni, calibrandone la realizzazione sulle esigenze del proprio campo specifico; aggiornarle, svilupparle senza essere dipendenti da una società commerciale impegnata nella vendita di servizi e con interesse a continuare.

b) - Contemporaneamente si sta creando una sorta di gruppo, consapevole di operare in un campo sperimentale ed ancora ristretto, che adotta un linguaggio per soli "adepti" danneggiando in visibilità i lavori presentati in articoli o trattazioni e complicando ancora di più un approccio generalizzato all'impiego del calcolatore in Archeologia.

A nostro avviso un eccessivo tecnicismo non giova; si rendono infatti inaccessibili a gran parte della comunità scientifica strumenti in grado di rivoluzionare i metodi di documentazione tradizionali. La non chiarezza, od il linguaggio "computerese", in un campo di sviluppo recentissimo come l'Informatica applicata all'Archeologia,

produce il solo effetto di creare difficoltà a chi si avvicina per la prima volta. Soprattutto circonda di un alone di mistero quelle realizzazioni pratiche che invece potrebbero essere affrontate da un pubblico più allargato solo se veicolassimo chiaramente il lavoro prodotto (VALENTI 2000 cs).

Nella nostra esperienza, per esempio, quando ci siamo avvicinati alla tecnologia GIS abbiamo dovuto fare una fatica enorme anche solo per arrivare a capire cosa fosse il GIS; non riuscivamo a trovare una bibliografia per neofiti e lo stesso panorama editoriale non proponeva molte alternative.

Con una leggera forma di provocazione, quindi, affermiamo che è necessario mostrarci poco informatici e molto archeologi, senza nessun bisogno di “nobilitare” il nostro lavoro con un linguaggio specialistico di sicuro disorientamento per il lettore alle prime armi, le cui domande più ricorrenti sono: A cosa serve un GIS di scavo? Come deve essere costruito? Quali benefici può portarmi? Può (e come può) fungere da strumento per interrogare i dati e produrre modelli storici? Egli cerca, negli articoli o nelle relazioni a convegni, risposte chiare sul lavoro da realizzare, gli ostacoli ed i futuri benefici ai quali risultati potrà approdare; non desidera certo imbattersi in un linguaggio più adatto ad un trattato di informatica.

Il rischio maggiore si profila quindi nel porre una netta separazione sino dall'inizio tra chi usa il computer per ricerca e chi non ancora; questi ultimo potrebbero però accedervi e uniformarsi ad uno standard sempre più necessario ed imprescindibile se proprio dalle esperienze avanzate non venissero posti ostacoli. L'informatizzazione ed i metodi di trasmissione dei dati ad essa legati hanno oltretutto come filosofia di fondo la condivisione dell'informazione e l'apertura alla comunità per una crescita globale; si tratta di forme collettive di sapere e di metodi di produzione del sapere, l'esatto contrario di un monopolio dell'informazione e della tecnologia che oggi non ha nessuna ragione di esistere.

c) – Esiste l'eventualità di un mancato incremento di crescita anche all'interno del gruppo degli archeologi impegnati nell'informatica: una sensazione sempre più crescente frequentando le diverse occasioni di incontro.

A tutti i convegni od ai workshops nazionali (ma anche internazionali) ai quali abbiamo presenziato, di rado si osserva “girare” un'applicazione. Vengono illustrati, costantemente attraverso diapositive o slide show, progetti dei quali non siamo in grado di valutare la reale portata e la bontà della soluzione poiché illustrati solo con diagrammi, schemi e foto di schermate. Anche quando ha avuto luogo una dimostrazione non si è andati spesso oltre la semplice proposta di una base ArcView, con il normale caricamento di shapes ed un elementare collegamento tabelle-scheda esterna; in pratica, un'illustrazione dei comandi e delle funzioni del programma dietro un'interfaccia di tipo archeologico. Mai la discussione ha interessato la struttura di un DBMS (il sistema degli archivi) o la costruzione del modello dei dati (condizione imprescindibile per capire la bontà della soluzione GIS progettata) e quali gli ostacoli superati; in pratica come sono stati tradotti i contenuti metodologici della nostra disciplina in protocolli ed algoritmi e perché si sono effettuate determinate scelte e non altre.

Spesso, quindi, siamo di fronte ad una sorta di “esercizio di stile”. Non è più necessario dimostrare di avere un GIS e “l’informatizzare” non si limita alla sola costruzione dell’applicazione. Significa invece in primo luogo realizzare uno strumento ottimale nella gestione di una vasta mole di dati ed in secondo luogo (ma con valore paritetico) impiegare questo strumento come mezzo di ricerca per la produzione di nuova conoscenza.

Conseguentemente, si rende indispensabile il confronto su cinque aspetti ben delineati:

- filosofia di fondo (perché realizzo questo tipo di applicazione)
- struttura dell’applicazione proposta;
- caratteristiche delle banche dati;
- finalità delle relazioni tra applicazioni e banche dati;
- metodi di lettura dei dati (produzione di nuove informazioni archeologiche).

Concludiamo queste note sottolineando come, parallelamente alla crescita qualitativa del lavoro, altri sforzi dovranno essere indirizzati verso gli aspetti quantitativi. In altre parole, la costruzione di un sistema informativo non dovrà essere più imperniata solo su uno o più progetti; vi dovranno invece trovare posto tutti i dati prodotti dall’ente o dall’organismo di appartenenza, dovranno dialogare ed essere interrelati. Solo realizzando grandi banche dati e facendole interagire raggiungeremo il progresso connotato all’informatizzazione.

Oggi vediamo come imprescindibile registrare nelle memorie digitali l’intero stato delle ricerche svolte; costruire degli strumenti di memoria destinati ad accrescersi nel tempo andando a comporre dei formidabili motori di crescita del sapere. Siamo forse in una fase che in parte ripercorre la grande stagione delle classificazioni positivistiche e dell’accumulo di conoscenza ad essa legato, anche se l’impiego della tecnologia ci proietta, contemporaneamente e quasi in tempo reale, nell’utilizzo pratico di tale patrimonio sia per il progresso sia per la ricaduta che può e che deve avere nella gestione del patrimonio archeologico.

1 - Il Laboratorio di Informatica Applicata all’Archeologia Medievale.

Il LIAAM (Laboratorio di Informatica Applicata all’Archeologia Medievale) presso il Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell’Università di Siena, rappresenta un’unità operativa molto attiva, coordinata da Riccardo Francovich e Marco Valenti.

E’ composta da quindici membri che da quasi un decennio sviluppano tecniche di documentazione digitale finalizzate ad una gestione ottimale del dato archeologico, ad un suo inserimento in altri sistemi di documentazione ed in politiche di valorizzazione e tutela del patrimonio archeologico. I sistemi elaborati sono quindi il mezzo principale per condividere il record con l’intera comunità scientifica e per connotarlo di una ricaduta pubblica secondo i canoni dettati dall’odierna società dell’informazione.

Il team di lavoro non si compone di informatici, bensì di archeologi con il “know how” indispensabile per costruire e sperimentare una computerizzazione interamente tarata sulle esigenze di catastazione e di elaborazione dell’indagine

archeologica. Si tratta in definitiva di sistemi digitali realizzati da archeologi per l'archeologia e conseguentemente modificabili in qualunque momento si presentino nuove esigenze di registrazione o di interazione dei records.

Il Laboratorio inizia a configurarsi tra la fine degli anni ottanta ed i primi anni novanta, periodo in cui già l'ambiente senese percepiva la necessità ormai improrogabile di fare uso massicciamente del computer come mezzo principe nella gestione dei dati archeologici. Questa raggiunta consapevolezza trovava terreno fertile in spunti provenienti soprattutto dall'estero ed in particolare dai nostri contatti con l'Inghilterra, dove avevamo osservato di persona esperienze avanzate, come la Unit di York o come il dipartimento di Archeologia di Leicester, nelle quali si faceva largo uso dei calcolatori e si discuteva, producendo risultati, della tecnologia GIS.

Il nostro stato di alfabetizzazione era al tempo realmente molto elementare. Il primo tentativo di crescita venne quindi ricercato facendo trasferire dal Centro di Calcolo dell'Ateneo un tecnico informatico. L'esperienza, nonostante lunghe sedute di discussione-erudizione (per comprendere cosa ci serviva e come ottenerlo) ed alcune lezioni sull'uso di programmi di videoscrittura e di archiviazione, non ebbe buon fine e si interruppe bruscamente.

Poco tempo dopo cercammo il contatto diretto con una società di professionisti (l'Italsiel), attraverso la quale speravamo e credevamo di ottenere un sistema di gestione per immagini e per archivi "chiavi in mano". Durante gli incontri che seguirono si materializzava comunque la difficoltà di cooperazione da ambedue le parti; non esistevano le condizioni per giungere ad un prodotto tangibile e soprattutto immediatamente operativo.

Questa fase può definirsi come la "preistoria" del nostro incontro con la tecnologia digitale. La "protostoria" può invece essere indicata nel rapporto instaurato con Antonio Gottarelli, per alcuni anni professore a contratto presso il nostro Dipartimento; ci ha mostrato attraverso le sue applicazioni quali scenari di progresso potevano schiudersi in prospettiva. Ad Antonio va anche ascritto il merito di avere costituito, su mandato del Dipartimento, un primo laboratorio di Informatica, impostato su tecnologia Macintosh, ed al tempo composto da quattro macchine (un Classic, un FX, due LC) e tre periferiche (tavoletta grafica A0, scanner A3 e stampante Laser). Anche in questo caso, comunque, si commisero alcuni errori di impostazione. Gottarelli non venne sfruttato a pieno per alfabetizzare studenti e laureati del Dipartimento; invece di avere pazienza nell'aspettare una crescita interna si cercò di bruciare le tappe cercando nel suo lavoro quella stessa "panacea digitale" già sperata nel precedente rapporto con la società commerciale. La traccia più importante lasciata da Gottarelli, con il senno di poi, si riconosce nella trasmissione di quella filosofia di lavoro che, opportunamente sviluppata, è stata in seguito alla base della nascita del LIAAM: domare la tecnologia e realizzare in proprio le soluzioni.

Alla fine del 1989 nasceva intanto il Laboratorio di Cartografia Archeologica della Provincia di Siena, un progetto che ci vede ancora oggi cooperare proficuamente con l'Amministrazione Provinciale. Questo evento ha iniziato a coagulare nel tempo un gruppo di archeologi e di studenti, animati dalla passione per

l'informatica e decisi a sviluppare la sua applicazione alla nostra disciplina. Con i pochi fondi a disposizione il Laboratorio venne dotato di alcuni computer Macintosh per quel periodo molto potenti (i Quadra 800 e 950), furono poi acquistati anche alcuni esemplari di LC, memorie di massa, tavolette grafiche da tavolo, scanner e stampanti. L'acquisto in proprio delle attrezzature rappresenta una delle note costanti nella crescita del LIAAM; mai abbiamo ricevuto finanziamenti pubblici finalizzati e l'implementazione di tecnologia è stata sempre effettuata ritagliando alcune quote da fondi di ricerca diversi.

La trasformazione definitiva del Laboratorio di Cartografia nell'attuale conformazione di Laboratorio di Informatica Applicata all'Archeologia Medievale si è verificata a partire dal 1993-1994 con l'inizio del progetto Poggio Imperiale a Poggibonsi (Siena). Questa indagine ha preso il via da un approfondimento della carta archeologica per valutare il potenziale della fortezza medicea di Poggibonsi. Il progetto nasceva come sperimentale; volevamo impiegare l'informatica in ognuna delle sue fasi, sia come strumento di documentazione sia come mezzo di lettura dei dati per ottenere informazioni. Lo sviluppo del progetto Poggio Imperiale è abbastanza noto per ripercorrerne le tappe; lo sforzo effettuato nel costruire un sistema informativo, crediamo, con pochi uguali, ha comunque formato un team di ricerca molto unito, complementare ed altamente specializzato: tuttora rappresenta il cuore pulsante del LIAAM.

L'informatica ha da questo momento completamente trasformato il tipo di lavoro svolto in tutti i laboratori dell'Insegnamento di Archeologia Medievale e poi, per effetto "onda lunga" nell'intero Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell'Università di Siena. In particolare, il LIAAM, ha sviluppato molte tecniche tra le quali citiamo il processamento al calcolatore di fotoaeree, la gestione GIS di scavi e territori, scansione ed editing avanzati, la modellazione 3D, il rendering foto realistico, animazione e morphing, la video documentazione elettronica, la fotografia digitale, CAD, la programmazione, la produzione di filmati multimediali, applicazioni QuickTime Virtual Reality, realizzazione di siti e pagine WEB. Oggi, queste competenze mettono in grado il nostro insegnamento di gestire l'intero processo di archiviazione e trattamento del record sino alla sua uscita per la comunità scientifica, per il grande pubblico, per gli enti amministrativi e di tutela, per il mercato.

2 – Obiettivi e filosofia di lavoro del LIAAM

La sperimentazione continua e febbrile, la ricerca della soluzione ottimale e la ferma volontà di superarsi, sconfiggendo la potenza della macchina e dei programmi, ci ha portati a trovare una personale via informatica all'archeologia.

Già dal 1990 abbiamo iniziato a presentare pubblicamente le tappe del nostro percorso. Alcuni articoli (FRANCOVICH 1990; VALENTI 1998a; VALENTI 1998b; FRANCOVICH 1999; VALENTI 2000 cs, FRANCOVICH-VALENTI 2000 cs.) hanno evidenziato il cambiamento di impostazione che ci ha contraddistinto, l'evoluzione degli ultimi anni e le nuove frontiere verso le quali ci stiamo proiettando. L'obiettivo delle nostre sperimentazioni, tese ad una gestione globale del

dato archeologico, corrisponde essenzialmente alla produzione ed al perfezionamento progressivo di uno strumento di lavoro che permetta la consultazione integrata di tutti i dati raccolti, svincolato da processi interpretativi preliminari, dunque uno strumento non di supporto ad elaborazioni già compiute.

Come già abbiamo avuto modo di scrivere, la filosofia di lavoro sulla quale ci siamo mossi si articola su sei punti principali: applicazione di tecnologia come mezzo di ricerca e documentazione sul campo; applicazione di tecnologia come mezzo di archiviazione in laboratorio; uso di tecnologia come mezzo di interrogazione dei dati e produzione di informazioni; continua apertura ed attenzione alle novità tecnologiche immesse sul mercato; gestione fatta in proprio da archeologi dotati del "know how" e di un generalizzato livello utenza di fascia molto alta; usare il computer come un elettrodomestico più sofisticato della media ed "ordinare" alla macchina (attraverso la programmazione) di fare ciò che noi vogliamo.

Solo così la costruzione di un sistema di gestione dei dati, realizzato da archeologi per l'archeologia, ha *in fieri* l'allargamento delle sue componenti e qualsiasi tipo di revisionabilità in qualunque momento sia reputato necessario.

In sostanza, i nostri prodotti, forse, non sono del tutto ortodossi dal punto di vista informatico, anche se a fine millennio parlare ancora di "ortodossia informatica" non ci sembra del tutto coerente: come abbiamo già sottolineato, l'attuale filosofia vincente di alcuni sistemi operativi (primo tra tutti Macintosh), è invece mettere in grado l'utente di sviluppare le proprie soluzioni e programmare il superamento dei propri bisogni di gestione. I nostri prodotti sono infatti assolutamente funzionali e applicabili a tutti i contesti territoriali e di scavo; consideriamo del tutto inutile abbandonarsi alle teorizzazioni in eccesso dell'analista tradizionale per poi alla fine perdere di vista gli obiettivi che hanno reso necessario l'uso del calcolatore.

Bisogna, soprattutto, avere ben chiaro quali sono i rapporti e le relazioni necessarie all'archeologo, conseguentemente articolare la soluzione, applicando la tecnologia non solo come strumento di archiviazione ma anche come mezzo di ricerca e produzione di informazioni. Si rende allora necessario decidere quale può e quale deve essere il grado di alfabetizzazione informatica degli archeologi che vogliono fare un uso realmente buono del calcolatore, intendendo con ciò la sua applicazione finalizzata ad ottenere risultati tangibili, progredendo sia in conoscenza sia nella costruzione di banche dati di utilità pubblica.

L'archeologo deve sapere gestire in prima persona i processi di catastazione e gestione dei dati; i computer dei nostri giorni lo permettono. Questo però richiede che all'interno dei dipartimenti di archeologia nascano le competenze ed i canali della sua trasmissione. E' quindi necessario lo sviluppo di esperienze destinate alla formazione di una sorta di "scuola", o di una tradizione; alcune università si sono già mosse in tale direzione, in primo luogo la stessa Siena, ma anche Lecce e Bologna-Ravenna dove esistono insegnamenti di Informatica applicata.

L'archeologia, per l'enorme mole di dati che produce, non può più essere efficacemente gestita senza il calcolatore; non può permettersi di stare fuori dai sistemi di comunicazione odierni che richiedono, e richiederanno sempre di più, la

completezza della documentazione e la sua trasparenza, grande velocità di trasferimento, chiavi di lettura diversificate.

Lo specialista ed il non specialista devono avere entrambi la facoltà di accedere alla forma di esposizione delle ricerche più consona alle loro esigenze ed al grado di interesse del momento in cui, per ricerca o per lavoro o per semplice curiosità, si connettono: dal dato oggettivo al dato interpretato ed esposto su piani di narrazione a diverso grado di difficoltà.

Stanno finendo i tempi in cui un'indagine archeologica rimaneva inedita per lungo tempo ed i dati non potevano essere resi disponibili per l'intera comunità scientifica.

L'archeologia, se vuole realmente avere un dialogo con le istituzioni che governano il territorio e raggiungere anche una molteplicità di potenziali fruitori del nostro lavoro, dovrà soddisfare questi obiettivi: abbattere lo stereotipo (?) dei tempi lunghi di gestazione dell'informazione, "scrivere" in un linguaggio digitale corretto, trasmettere il dato velocemente nei modi di trasmissione più diffusi e recepibili dalle stesse amministrazioni pubbliche (per esempio da un SIT provinciale o regionale) o da qualunque altro soggetto interessato.

Solo così sarà possibile fare entrare le nostre indagini nelle politiche territoriali, giocando un ruolo da protagonisti, ed accedere a finanziamenti che permetteranno lo sviluppo della ricerca; allargheremo inoltre l'interesse per le nostre indagini, raggiungendo anche la fascia di pubblico dei non addetti.

Il mondo può continuare a vivere ugualmente anche senza gli archeologi (non dobbiamo costruire ponti destinati a non crollare od operare persone a cuore aperto). Se non riusciremo ad adeguarci ai sistemi di comunicazione attuali (oggi ci si può collegare ad Internet anche da un telefono cellulare) ed alla filosofia ad essi legata (dati a disposizione di tutti, sapere collettivo, globalizzazione dei contenuti) lavoreremo solo per noi stessi, a circolo chiuso.

L'archeologia è perfetta per il digitale; sa trovare in questo campo grandi spunti di spettacolarità che non dobbiamo lasciarci sfuggire per sfruttare al meglio le dinamiche ed il linguaggio della comunicazione odierna basati molto sull'immagine abbinata a trattazioni stringate ma al tempo stesso esaustive. Attenzione, questo non significa svendere o semplificare, e quindi ridurre, lo spessore delle nostre indagini; l'informazione oggi richiede infatti contenuti alti e veicolati con realizzazioni tecnologiche elaborate ma tramite un'interfaccia di accesso "friendly".

3 – Il sistema di gestione dei dati del LIAAM: dalla macro scala alla micro scala

Il nostro obiettivo di lavoro principale, come abbiamo già indicato, si materializza nella costruzione di un sistema di gestione di tutti i dati prodotti dalle indagini dell'Insegnamento di Archeologia Medievale.

Il sistema è stato progettato su tre livelli di registrazione, ognuno corredato da molti tipi di archivi inerenti le diverse ricerche catastate, da piattaforme GIS, da prodotti multimediali illustrativi, da pagine web:

livello macro ---> la Toscana;

livello semi-micro ---> i territori oggetto di prospezioni;

livello micro ---> gli scavi.

La chiave di volta per riuscire a pilotare dinamicamente una struttura di questo tipo è la costruzione di una soluzione “performante” (definizione oggi alla base di tutti i nuovi computers immessi sul mercato); ovvero relazionare le piattaforme GIS di territorio e scavo, le stesse piattaforme alle banche dati alfanumeriche e multimediali, le banche dati fra loro, con link multidirezionali che attraversano tutti i piani di informazione originando da una griglia di domande completamente aperta.

Fare interagire i dati a tutte le scale spaziali e di archiviazione richiede la progettazione di una soluzione di gestione ipermediale.

L'ipermedialità rappresenta infatti il nuovo punto di arrivo del rapporto archeologia-informatica. Questa categoria di creazioni racchiude tutto ciò che è programmabile e riconducibile in un sistema composito di documentazione integrata; la programmazione è così la frontiera che l'archeologo deve riuscire a varcare se vuole padroneggiare il computer come un semplice elettrodomestico. Crescere in termini di elaborazione dei dati e di produzione di informazioni vuol dire riuscire a programmare e scrivere il proprio protocollo di gestione; la conoscenza del linguaggio da infatti modo di creare un sistema non disponibile sul mercato, una soluzione ipermediale, composta di moduli diversi, correlati a seconda delle nostre esigenze di archeologi.

La soluzione individuata e la nostra attività si è quindi indirizzata verso la creazione di OpenArcheo, il prototipo di un sistema integrato ed aperto per la gestione del dato archeologico; tramite un'interfaccia semplice permette di collegare vari tipi di dati (cartografici, planimetrici, alfanumerici, grafici, multimediali, ecc.) in modo multidirezionale fra le diverse applicazioni usate.

Il concetto di base sul quale si fonda il sistema ruota intorno a due parametri: la documentazione (quale tipo di documentazione intendiamo reperire?) e la keyword di relazione (in base a quale chiave di ricerca vogliamo reperire la documentazione?).

Per esempio se dalla base GIS di uno scavo intendiamo visualizzare la ceramica pertinente al periodo dell'oggetto selezionato la documentazione sarà costituita dai reperti ceramici, la keyword di relazione dal periodo ed il collegamento avverrà fra la base GIS ed il DBMS relazionale dello scavo.

La facilità e l'utilità di una simile gestione risulta facilmente intuibile, soprattutto se si considera la possibilità multidirezionale dei links (giacché tutte le applicazioni che gestiscono i singoli tipi di dati interagiscono con tutte le altre), il vasto range delle informazioni reperibili dalla scala macro (per esempio la carta archeologica di un'intera regione) a quella micro (per esempio la scheda di un singolo coccio) e la rapidità dei collegamenti.

Si tratta in definitiva di una vera e propria applicazione (da trasformare in sistema con l'immissione di funzioni di controllo) che consente il monitoraggio ottimale del dato. Da un punto di vista tecnico OpenArcheo è, e sarà nella sua versione definitiva, un sistema programmato costituito da routines organizzate in tre livelli: la parte principale realizzata con OneClick, gli script locali delle singole applicazioni che sfruttano gli eventuali linguaggi di programmazione residenti ed alcuni passaggi particolari realizzati con Apple Events o AppleScript app's. In tutti i casi si tratta di linguaggi object oriented, ma la differenza fra i tre livelli risulta sostanziale.

In questo momento OpenArcheo permette di consultare l'intera documentazione catastata e comprende attualmente le seguenti piattaforme GIS (ognuna corredata da archivi alfanumerici e multimediali, da prodotti multimediali illustrativi):

- Castelli scavati in Italia: registrazione georeferenziata, alfanumerica e raster delle informazioni edite;
- Progetto siti d'altura della Toscana (sviluppato inizialmente nell'ambito della collaborazione con il gruppo Bassilichi, si tratta forse della più grande carta archeologica esistente a livello regionale; consta di oltre 2000 castelli ed oltre 4.000 anomalie su fotoaerea (**figura 1**); registrazione georeferenziata, alfanumerica e raster (FRANCOVICH-GINATEMPO 2000);
- Carta archeologica della Provincia di Siena (dati puntiformi e rinvenimenti perimetrati) (**figura 2**);
- Carta archeologica della Provincia di Grosseto;
- Carta archeologica della diocesi di Massa e Populonia;
- Carta archeologica di Siena città contenente anche lo scavo nella piazza di fronte allo Spedale S.Maria della Scala (prevista anche l'immissione dell'attuale cantiere di scavo all'interno del complesso);
- Carta archeologica di Grosseto città.
- Scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi (SI);
- Scavo di Rocca S.Silvestro (Campiglia M.ma-LI);
- Scavo di Rocchette Pannocchieschi (Massa M.ma-GR);
- Scavo della Rocca di Campiglia (Campiglia M.ma-LI);
- Scavo della Rocca di Piombino (Piombino-LI);
- Scavo di Selvena (GR);
- Scavo di Castel di Pietra (Gavorrano-GR).

Stiamo inoltre impostando due ulteriori piattaforme GIS, per le quali sono già disponibili gli archivi alfanumerici e multimediali cioè l'Atlante dell'edilizia altomedievale europea e l'Atlante dell'edito della rivista Archeologia Medievale.

Questo complesso di piattaforme rappresenta una soluzione GIS ipermediale tale da permettere di raggiungere contemporaneamente tre obiettivi: gestione di informazioni per la salvaguardia e per la tutela, accelerazione dei tempi d'indagine, elaborazioni sofisticate dei dati.

Con la fine del 2000, all'interno di un progetto pluriennale in comune con la Fondazione Monte dei Paschi di Siena, andremo sia ad arricchire il patrimonio dei dati catastati sia ad un'apertura "sul territorio" del nostro lavoro. Questo progetto, incentrato sulle province di Siena e Grosseto e sul comprensorio Piombino-Val di Cornia, permetterà al nostro Insegnamento di incrementare la dotazione tecnologica, di fare crescere professionalmente (dando quindi anche occupazione) diciassette operatori, di fare ricerca informatizzando e creare un rete informativa e di trasmissione dei dati articolata sul LIAAM (sede di alta elaborazione e del server centrale) sullo Spedale del S.Maria della Scala di Siena, sulla fortezza di Poggio Imperiale a Poggibonsi (SI), su Grosseto e Piombino (LI). Tra le tante operazioni da compiere, in un'ottica di costruzione di banche dati, si segnalano l'archiviazione

integrale (archivi e GIS) di tutte le ricerche dell'attività quasi trentennale della cattedra di Archeologia Medievale dell'ateneo senese, la costruzione di un museo virtuale della ceramica senese, di archivi bibliografici sull'evoluzione della nostra disciplina, sulla ceramica, sui metalli, sul vetro (compresa la cartografazione su GIS di tutti gli scavi ed i rinvenimenti italiani), sulle ossa animali (anche in questo caso con cartografazione su GIS di tutti i rinvenimenti italiani), il completamento della cartografia toscana medievale incrementando chiese e monasteri.

Quest'ulteriore evoluzione delle nostre banche dati (amministrata da OpenArcheo) costituirà uno strumento unico per l'Archeologia Medievale; uno strumento che, oltre nei poli collegati in rete tra loro, potrà in forme diverse e da definire nel dettaglio, potrà essere reso consultabile dagli specialisti, dagli appassionati, dagli organismi amministrativi.

4 – La piattaforma GIS del territorio nell'esperienza senese.

Redigere cartografia archeologica prevede il perseguimento di due obiettivi principali, uno scientifico ed uno di politica culturale e territoriale. Il loro raggiungimento permette da un lato di comprendere l'evoluzione insediativa di una regione e dall'altro di fare entrare definitivamente l'archeologia nelle dinamiche di gestione e valorizzazione che la riguardano.

Questa doppia anima insita nella definizione "Cartografia archeologica" è collegata conseguentemente ad altrettanti tipi di ricerca: il censimento del noto e la ricognizione diretta del terreno. Si tratta di aspetti diversi ed ormai tradizionali della medesima attività; ambedue sono indispensabili ma entrambi presentano problemi che devono essere risolti per raggiungere standard competitivi e coerenti con gli attuali sistemi digitali di documentazione e gestione del dato cartografico.

Sino a pochi anni fa, la costruzione di cartografia archeologica veniva svolta attraverso il lavoro manuale oltre, naturalmente al lavoro di ricognizione e battitura a terra. Attualmente, la cartografia archeologica passa ancora per la ricerca sul campo ma il lavoro a tavolino è stato sostituito dall'impiego dei computers. Non si tratta di un cambiamento di comodo (cioè registrazione esteticamente migliore e di più facile immagazzinamento); l'utilizzo ottimale della macchina è ormai necessario per evitare di svolgere ricerche che già in partenza si collochino ad un grado di arretratezza sugli standard di documentazione ormai imprescindibili.

Oggi si dialoga con le amministrazioni pubbliche per una progettazione congiunta, se produciamo e forniamo archeologia in veste di dati digitali di formato universale. Il valore di una ricerca risiede, oltre che nella bontà scientifica, nei giga di informazioni archiviati in standard d'avanguardia. Questa "rivoluzione" ha così aperto nuove prospettive al lavoro dell'archeologo e ad un impiego per fini pubblici dell'archeologia. Ha indotto un maggior peso alle nostre ricerche di fronte agli enti preposti alla tutela ed alla gestione del territorio e ai beni culturali (necessitano di inserire la risorsa archeologica nella cartografia numerica complessiva del territorio di competenza).

Paradossalmente il progresso non ha portato solo benefici. L'archeologia che trasmettiamo deve rispondere a precisi requisiti di completezza e ciò ha messo in luce

quelle carenze, oggi drammatiche, che da sempre investono la nostra produzione di dati, soprattutto per gli aspetti legati alla rilevazione ed alla loro traduzione in forma geometrica, contenente attributi fondamentali di individuazione.

L'informatizzazione dell'edito e dei rinvenimenti, prodotti da ricerche anche recenti all'interno delle diverse università, ha quindi sottoposto ad una prima, generale e severa verifica la qualità del lavoro di svolto dalla metà degli anni settanta ad oggi. Ad essa sta conseguendo una perdita di dati non indifferente, poiché rappresentati come puntiformi, fuori scala reale e posizionati in maniera errata.

Il computer sta quindi innescando la necessità di svolgere le indagini territoriali in modo diverso da quello tradizionale. Le sue funzioni di calcolo e di gestione dei dati rappresentano una cartina tornasole impietosa nell'evidenziare le carenze di documentazione; richiedono registrazioni esaustive per poterne beneficiare e questo passo sarà effettuato solo attraverso il progresso delle metodologie di indagine.

Misurare, rilevare, posizionare, contare e georeferenziare sono i cinque attributi essenziali che permettono all'archeologo la razionalizzazione dei propri rinvenimenti: si ottiene così una trasparenza interpretativa (quindi comprensibile, contestabile e reinterpretabile da qualunque altro ricercatore) e l'inserimento reale delle informazioni, sia nella gestione digitale ed amministrativa del territorio sia in operazioni di modellizzazione predittiva, che permettono ipotesi di resa archeologica in aree ancora non battute. L'avvento di questa tecnologia e la sua applicazione come strumento di ricerca, richiede allora un progresso nella registrazione che dovrà essere realizzato soprattutto nella lettura delle presenze archeologiche di superficie (necessità di repertori casistico/interpretativi comuni ed esplicitati con chiarezza; localizzazione spaziale tramite impiego del GPS) e di catastazione, interrogazione e verifica del dato nella piattaforma GIS.

Nel nostro caso, la base vettoriale dedicata al territorio provinciale senese è un modulo di una più ampia cartografia regionale in via di realizzazione curata da Federico Salzotti con la collaborazione di Alessandra Nardini, Vittorio Fronza per gli aspetti legati alla programmazione ed alle ricerche e di Giancarlo Macchi per il processamento.

La piattaforma, impostata sul software ArcView, è già ampiamente in corso di elaborazione e sta già fornendo i primi, significativi risultati. Personalmente, non ci riteniamo completamente soddisfatti del software adottato; si tratta di un programma pensato molto bene (anche per l'uscita in stampa) ma realizzato con molti limiti e bug per quanto riguarda la versione Macintosh. Anche i moduli di calcolo più complesso devono essere acquistati extra-pacchetto.

Continueremo comunque ad usarlo e svilupparlo nei suoi aggiornamenti per dialogare direttamente con il SIT provinciale che utilizza tanto ArcView quanto ArchInfo (programma al quale abbiamo deciso di passare a breve), ma per tutto quello che riguarda calcoli, ricerche complesse, od applicazione di modelli lavoreremo su un diverso software: MacMap. Questo stesso programma è alla base della piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi.

In ognuno dei casi citati, la costruzione di basi GIS non ha inteso la mera archiviazione georeferenziata dell'informazione. Piuttosto stiamo tentando di

sviluppare gli aspetti predittivi e programmatici che permettano a noi di calcolare l'eventuale potenziale archeologico di aree non ancora indagate sul campo e progettare le strategie di ricerca adatte; inoltre di mettere in grado le amministrazioni pubbliche di orientare sia sulle zone già indagate sia sulle zone ancora da indagare (ma oggetto di predittività) le scelte di conservazione, tutela, valorizzazione, plausibilità di interventi distruttivi ecc.

La creazione di piattaforme GIS per la gestione dei dati storici ed archeologici non può prescindere dalla disponibilità di un'adeguata base cartografica, nei formati raster e vettoriale e nelle diverse scale di acquisizione, dall'1:1000 o 1:2000 (centri storici) all'1:5000 o 1:10000 (territori comunali) o ancora all'1:25000, 1:100000, 1:250000 (territori provinciali o regionali).

Un supporto cartografico così vasto e completo si traduce però, in termini di costi, in grosse spese, difficilmente sostenibili da realtà di ricerca quali quelle universitarie. Nel nostro caso la soluzione individuata risiede nella stipula di convenzioni con gli organi pubblici competenti (i Sistemi Informativi Territoriali della Provincia di Siena e della Regione Toscana) sulla base di un protocollo che garantisce un arricchimento reciproco della dotazione cartografica e del bagaglio informativo: da parte nostra la fornitura di tematismi puntiformi e perimetrali delle emergenze archeologiche; da parte delle amministrazioni pubbliche la cessione della cartografia numerica di base. Questa forma di collaborazione non è certo casuale, bensì il frutto di uno sforzo, mirato al conseguimento delle capacità tecniche ed informatiche indispensabili all'avvio di un dialogo fra ambienti professionali di formazione diametralmente opposta (umanistica/tecnico-scientifica). La stessa scelta del software è stata fortemente influenzata dal rapporto instaurato. Così si spiega l'adozione, per gestire le indagini territoriali, di ArcView, prodotto dalla ESRI come versione *light* di ArcInfo, il più completo e sofisticato programma GIS in commercio. Le applicazioni ESRI rappresentano infatti lo standard a livello mondiale e sono quindi adottate da tutti gli enti amministrativi provvisti di un Sistema Informativo Territoriale.

In realtà, questa è stata per noi una scelta di compromesso, dettata dalle necessità di interscambio dei dati e della cartografia, fattori che compensano una serie di limiti dell'applicazione alla quale preferiamo, almeno per la gestione degli scavi, MacMap, programma francese che meglio si adegua alle dinamiche della stratigrafia archeologica. Nel futuro prossimo questo problema sarà comunque risolto, considerato che abbiamo deciso di passare ad ArcInfo, risolvendo molti dei nostri problemi legati alle scarse risorse e potenzialità di ArcView.

Grazie alle convenzioni stipulate, il nostro repertorio cartografico si è progressivamente arricchito di nuovi tematismi e di maggiori sezioni CTR 10.000 richieste per avviare indagini archeologiche in varie zone della regione. Le piattaforme sulle quali operiamo sono così complete di dati nei formati raster e vettoriale; ultimamente siamo riusciti ad acquisire anche il DTM (*Digital Terrain Model*) regionale, disponibile in formato grid e dbf. Non tutto il materiale ci è stato fornito comunque gratuitamente, anche se le spese sono state limitate alle forniture che non potevano essere considerate cartografia di base.

Il nostro caso è sicuramente fra i più fortunati nel panorama italiano, in quanto ci troviamo a trattare con amministrazioni che hanno ben compreso la necessità dell'allestimento di cartografia numerica per un'agevole ed efficace gestione del territorio di competenza. Al riguardo, dobbiamo rilevare un ritardo generalizzato nella produzione dei supporti. Il governo nazionale aveva posto la data del 2000 come termine ultimo per la copertura totale del territorio italiano ad una scala di 1:10.000. Tale scadenza non è stata rispettata da nessuno ed anzi il caso senese, pur non avendo ancora completato il proprio compito, risulta essere fra i più avanzati in tutta la penisola: in molte realtà amministrative nulla è ancora stato fatto in tale prospettiva. Questo potrebbe rappresentare un limite molto forte per qualunque progetto che intenda avvalersi della tecnologia GIS. In tal caso bisognerebbe supplire alle mancanze degli enti predisposti facendo ricorso a ditte private e specializzate nella produzione di cartografia vettoriale, acquisibile però al normale prezzo di mercato, spesso proibitivo in rapporto ai fondi disponibili per alcune realtà accademiche o, più in generale, di ricerca.

Per quanto concerne la nostra esperienza, abbiamo fin da subito avvertito il bisogno di richiedere cartografia sia raster (fogli IGM, quadranti CTR, mappe catastali con relativo file di georeferenziazione) sia vettoriale (digitalizzata da immagini raster ma modificabile, misurabile e arricchibile di un archivio alfanumerico che permetta l'accumulo di informazioni per ciascun oggetto disegnato). In mancanza di una copertura completa del territorio a tutte le scale e per qualunque tematismo o tipo di cartografia, tendiamo ad accumulare quanto più materiale possibile preferendo, in linea di massima, le scale di acquisizione più basse possibili, proprio per l'entità relativamente modesta dei nostri interventi nello spazio geografico. Le evidenze e le concentrazioni di materiali richiederebbero infatti una precisione al metro o comunque uno scarto non molto superiore. Nei casi in cui queste richieste non siano esaudibili, si può comunque lavorare anche con gradi di precisione più grossolani, senza per questo dover ritenere falsato il dato finale (è sufficiente dichiarare la scala cartografica alla quale sono state condotte le ricerche, fornendo così i parametri per tarare i risultati delle analisi).

Nel formato raster, attualmente, ci siamo assicurati la totalità della copertura regionale dei fogli IGM (scala 1:25.000), base di partenza fondamentale, dal momento in cui ci garantisce di poter lavorare in qualsiasi zona del territorio toscano con margini di precisione minimi. Nel caso della provincia senese la copertura totale è assicurata anche a scale minori: unendo i quadranti CTR disponibili all'1:10.000 con quelli disponibili all'1:5.000 si riesce infatti a coprire l'intera estensione. Questa è una risorsa formidabile soprattutto per i ricognitori; collocata in automatico l'area di spargimento dei materiali mobili, possono anche rintracciare con facilità, nell'attività invernale di laboratorio, tutti i singoli campi battuti (**figura 3**), perimetrando lo stesso stato effettivo della ricerca (dando cioè attributi relativamente al grado di visibilità, allo stato di conservazione dei depositi, all'estensione effettivamente coperta).

L'intera provincia è inoltre visualizzabile caricando un unico file, utilizzabile come generico riferimento, presentandola nella sua interezza alla scala di 1:100.000. In

alcuni casi fortunati, frutto della collaborazione anche con i singoli comuni, è stato inoltre possibile ottenere, per i soli centri storici (aree per noi di indagine privilegiata) e poche altre zone significative, una mosaicatura estremamente raffinata a scale di maggior dettaglio (1:2.000 e 1:1.000).

Anche nel formato vettoriale abbiamo accumulato molto materiale e sicuramente il nostro bagaglio è destinato ad aumentare consistentemente ed *in progress*, poiché su questo tipo di cartografia i SIT stanno maggiormente lavorando. In particolare vengono sviluppati due differenti tipi di supporti: carte tematiche, a scale d'acquisizione che variano fra 1:25.000 e 1:100.000 (cartografia Gis Oriented) e quadranti CTR derivati dalla vettorializzazione dei corrispondenti quadranti raster alle rispettive scale (cartografia Map Oriented).

La produzione Gis Oriented avviene a copertura regionale o provinciale (a seconda dell'ente fornitore) ed è mirata all'illustrazione di determinati tematismi, evidenziando le aree e le modalità della loro manifestazione. Possiamo quindi avere casi in cui vengono semplicemente indicate le zone interessate da particolari processi storici o naturali, o soggette a leggi e/o vincoli (di carattere storico-archeologico, architettonico o ambientale), o ancora segnate dalla presenza di elementi antropici o naturali (aree urbanizzate, fiumi, laghi, ecc.). Per i tematismi estesi su tutto il territorio, viene invece operata una distinzione "qualitativa" che permette di leggere i diversi caratteri o le differenti proprietà del contesto esaminato, oppure consente di creare una discriminazione sulla base dell'entità dei vari fenomeni analizzati (è il caso delle carte geologiche, climatiche, di uso del suolo o simili).

Più omogenea si presenta invece la produzione Map Oriented, trasposizione in formato vettoriale dei vari quadranti della Carta Tecnica Regionale, disponibili alle scale 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000 (su quest'ultima si stanno concentrando i maggiori sforzi per il completamento dell'intera griglia). Differentemente dal raster, però, gli elementi rappresentati possono essere misurati, modificati, caratterizzati da nuove o mutate proprietà, arricchiti di dati ed informazioni, distinti o assemblati sulla base dei valori a ciascun record assegnati. Od ancora, si possono unire in un unico *layer* oggetti appartenenti a differenti documenti di origine; oppure, al contrario, isolarne alcuni sulla base di un qualsiasi criterio frutto di ricerche effettuate sugli archivi interni dei vari temi.

Insomma, i vari quadranti possono essere modificati nel tempo ed organizzati a piacimento secondo diverse chiavi di lettura. Queste possono anche stravolgere la rappresentazione dei dati senza assolutamente mutarne l'entità o i valori che sono stati loro assegnati. Addirittura, nel momento in cui ci vengono forniti, per riuscire a formare un quadrante completo di tutte le sue originarie informazioni è necessario assemblare più di dieci temi.

Così l'idrografia verrà rappresentata tramite un tematismo puntuale (sorgenti, fonti, ecc.), uno lineare (fiumi, torrenti, canalizzazioni, ecc.) e uno areale (laghi e stagni). Altri tematismi puntuali verranno utilizzati per indicare i punti quota o per restituire convenzionalmente le località minori; altri lineari impiegati per la resa della viabilità o delle curve di livello; quelli areali per una suddivisione degli spazi a seconda della loro funzione o della loro destinazione d'uso.

Al fine di una più completa e dettagliata interpretazione, inoltre, una serie di codici convenzionali permette di distinguere ulteriormente i caratteri degli elementi di ogni singolo tema: a ciascun codice corrisponderà così un tipo di strada (autostrada, strada statale, provinciale o comunale, ecc.) o di corso d'acqua, oppure una differente destinazione di spazi e edifici (uso privato o pubblico, agricolo o commerciale, civico o religioso, ecc).

Al momento risulta disponibile solo una parte dei quadranti in scala 1:10.000 componenti la mosaicatura regionale; si devono quindi segnalare dei vuoti che investono anche interi contesti provinciali. Fortunatamente, nel senese, l'attuale disponibilità copre l'intero settore settentrionale e già consistenti porzioni di quello centrale e meridionale; il completamento dell'intero quadro provinciale sembra possa realizzarsi entro la primavera 2001.

Il materiale cartografico così rielaborato funge da supporto a tre progetti: la Carta Archeologica della Provincia di Siena, la Carta Archeologica della Provincia di Grosseto e l'Atlante dei Siti Fortificati della Toscana.

Per quanto riguarda la carta archeologica provinciale del senese, nell'utilizzo della base GIS ci siamo mossi su due scale d'intervento e di analisi: quella dei singoli comuni (ciascuno indagato tramite ricognizione); quella più vasta dei contesti territoriali con un'omogeneità storico-paesaggistica (Chianti, Valdelsa, ecc.) e per i quali le indagini sono finalmente arrivate alla fase di sintesi interpretativa.

Nel primo caso, la piattaforma GIS viene utilizzata dagli stessi ricognitori in tutte le fasi del loro lavoro, parallelamente all'attenta compilazione degli archivi alfanumerici. Dopo l'iniziale operazione di censimento del materiale edito e delle fonti d'archivio, la possibilità di valutarne la distribuzione nello spazio permette allo studente di tracciare i transetti scelti come aree campione della propria indagine. Tale scelta non è in realtà condizionata solo dalla posizione nello spazio delle presenze già conosciute. Caricando carte di uso del suolo e curve di livello, infatti, si tentano di evidenziare i diversi habitat di cui si compone il territorio comunale; di conseguenza la campionatura verrà orientata in maniera tale da comprenderne una porzione rappresentativa di ciascuno di essi (nuclei urbani, boschi, seminativi, colture stabili, a loro volta situati in aree pianeggianti o d'altura, con determinate forme di occupazione antropica) e verificare le tendenze insediative (od i modelli d'insediamento) suggeriti dal GIS. Con l'inizio dell'attività sul campo, oltre alla normale opera di documentazione basata sulla stesura degli archivi riguardanti UT e relativi materiali, i ricognitori procedono ad un continuo aggiornamento della documentazione tramite perimetrazione sia dei campi battuti che delle evidenze riscontrate (**figura 4**).

Grazie a queste attività è possibile visualizzare e calcolare la reale estensione delle aree concretamente indagate; cioè effettuare una valutazione meno approssimativa di quella fornita dai soli transetti (troppo spesso inglobano nei propri confini porzioni di paesaggio in realtà non controllato) e consegnare anche ai futuri usufruttori della ricerca il quadro reale di quanto è stato effettuato e di come è stato effettuato. In definitiva, si tratta di un'operazione di trasparenza.

Lo stesso processo di delimitazione degli effettivi confini delle unità topografiche (tramite GPS) fornisce un'inedito valore alle carte archeologiche, in un recente passato operativamente inutilizzabili dalle amministrazioni pubbliche in fase di pianificazione (tranne per le zone contraddistinte da emergenze monumentali chiaramente percepibili).

Non si esauriscono comunque in queste motivazioni (censimento finalizzato alla tutela) i vantaggi delle attività di perimetrazione; anche la ricerca ne trae giovamento soprattutto per le molteplici capacità di calcolo consentite dalle piattaforme GIS permettendo operazioni complesse di incrocio fra tematismi: un esempio può essere indicato nel calcolo della densità di presenze archeologiche, ricavato dal rapporto fra perimetrazioni dei campi e delle UT.

Ci sembra però giusto sottolineare come tale svolta non abbia assolutamente coinciso con l'accantonamento del tematismo puntuale che resta un ottimo strumento soprattutto per la rappresentazione simbolica dell'evoluzione diacronica dei paesaggi e per la caratterizzazione tipologica delle maglie insediative in contesti sincronici.

Riassumendo, nel lavoro che uno studente svolge sul territorio comunale, fin dalle prime fasi di impostazione della ricerca vengono utilizzati archivi alfanumerici per attività di schedatura e basi GIS per la programmazione dell'attività sul campo e la scelta delle aree d'intervento. Nel corso dell'indagine diretta sul campo (e nei mesi dedicati alla sistemazione della documentazione) si procede contemporaneamente alla perimetrazione di ogni singola unità territoriale e alla sua immissione in un archivio dal quale è sempre possibile esportare dati georeferenziati caricabili sulla piattaforma anche come tematismo puntuale.

7 – La piattaforma GIS dello scavo nell'esperienza pilota del progetto Poggio Imperiale a Poggibonsi

Dagli inizi degli anni '90 il Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell'Università di Siena sta conducendo un progetto di studio territoriale sulla Val d'Elsa, incentrato soprattutto sui distretti comunali di Colle Val d'Elsa e Poggibonsi. L'indagine è stata articolata sull'integrazione fra fonti storiche e fonti archeologiche; all'interno della diacronia insediativa ipotizzata, abbiamo poi approfondito la ricerca aprendo un'esteso cantiere di scavo in località Poggio Imperiale a Poggibonsi, collina sulla quale si collocava il sito fortificato di Poggio Bonizio, fondato nel 1155 e distrutto nel 1270.

Questo castello, filiazione di una tra le più potenti famiglie toscane (i Guidi eredi dei Canossa), si era sviluppato in una realtà urbana nel corso del XIII secolo. L'intervento archeologico ha poi rivelato l'esistenza di una lunga frequentazione non attestata dalle fonti scritte (VALENTI 1996; VALENTI 1999 con bibliografia); l'agglomerato di pietra era stato preceduto da un complesso tardoantico (del quale ancora non conosciamo la reale consistenza) e da un villaggio di capanne popolato per l'intero altomedioevo (dalla prima età longobarda sino alla piena età carolingia).

Il cantiere è nato come sperimentale; volevamo coniugare nuove strategie di indagine con le risorse messe a disposizione dalle nuove tecnologie. Tra i nostri obiettivi principali elenchiamo di seguito:

- ipotizzare la consistenza dei depositi attraverso un'indagine scandita da steps di avvicinamento progressivo al terreno (strategia di valutazione articolata fra ricognizione del terreno e trattamento al calcolatore di foto aeree a scale diverse);
- osservare i risultati di un intervento articolato per grandi aree (ad oggi è stato scavato più di un ettaro di terreno);
- leggere progressivamente il complesso attraverso un feed back retroattivo incrociando i piani d'informazione preliminari e di scavo;
- testare le risorse dell'informatica per una gestione globale del record;
- impiegare l'informatica come strumento per produrre informazioni.

Ognuno di questi obiettivi ha poi dato luogo ad ulteriori sperimentazioni, tra le quali citiamo la definizione di un metodo per la valutazione dei contesti di buche di palo e per la lettura di strutture in materiale deperibile (FRONZA-VALENTI 1997; inoltre FRONZA-VALENTI 2000 cs), il tentativo di costruire una griglia di riferimento per la ceramica comune altomedievale toscana (FRANCOVICH-VALENTI 1998), la definizione degli indicatori materiali per individuare un modello di gerarchia sociale in ognuna delle fasi del villaggio di capanne (VALENTI 1999 e soprattutto NARDINI-SALVADORI 2000 cs) e, non trascurabile, l'immediata diffusione dei risultati progressivi dello scavo accompagnati al grado di sviluppo delle ipotesi interpretative in corso (tra i tanti FRANCOVICH-VALENTI 1996; VALENTI 1996).

Uno dei punti principali della sperimentazione, cioè il tentativo di gestire interamente in digitale lo scavo archeologico, si è imposto nel tempo come il contributo di grande novità che il progetto Poggio Imperiale sta portando. Poggibonsi è infatti l'unico cantiere interamente catastato all'interno di una piattaforma GIS (**figure 5-6**) relazionata ad un articolato sistema di archivi; contiene l'intera memoria dell'intervento (dalle indagini preliminari al deposito archeologico, dagli scarichi al progetto di parco), permette inoltre lo sviluppo di nuove metodologie di interpretazione del record e la progettazione mirata sia dell'ampliamento dello scavo sia della sua musealizzazione.

La gestione GIS dello scavo archeologico è intesa come uno strumento di ricerca e non di illustrazione di elaborazioni già compiute. Si tratta in realtà di una "soluzione GIS", intendendo per essa una serie di piattaforme e di archivi che interagiscono tra loro dando accesso, su richiesta, a tutta la documentazione attraverso un'ampia gamma di interrelazioni. Più nello specifico, la piattaforma permette la gestione immediata di tutti i dati, la costruzione in tempo reale dei piani d'informazione conseguenti alle interrogazioni effettuate, la formulazione di nuovi interrogativi in base alle risposte ottenute, la costruzione di ipotesi interpretative e predittive.

Per fare ciò è stato necessario creare almeno tre applicazioni e metterle in relazione dinamica: la piattaforma dello scavo, il DBMS alfanumerico (il sistema degli archivi US, reperti ecc.), il DBMS delle pictures e della multimedialità (il sistema degli archivi fotografici e grafici). Questa articolazione ed il meccanismo operativo costruito (il motore OpenArcheo), hanno semplificato l'esecuzione di interrogazioni complesse e "polverizzato" i tempi di elaborazione, accelerando così la costruzione di modelli interpretativi.

Nella nostra esperienza, il GIS dello scavo viene concepito come una piattaforma che contiene la memoria di tutte le operazioni e le ricerche effettuate. La collina di Poggio Imperiale è stata interamente vettorializzata ed inserita nel suo immediato contesto paesaggistico ed insediativo..

Sono stati poi catastati la carta geologica di dettaglio, il lavoro della geoarcheologa Antonia Arnoldus (sezioni geologiche della collina, carta della probabilità archeologica, ipotesi su un eventuale sistema di captazione delle acque), le indagini preliminari sul terreno (fieldwalking 1991 e 1992), le letture al computer delle fotoaeree effettuata nel 1991-1992 (fotoaeree regionali per levata cartografica, volo centri storici, foto da aereo da turismo, foto da pallone), la lettura al computer delle fotoaeree prese tramite elivolo da turismo negli anni 1996 e 1997. Infine l'intero scavo e le aree di scarico nei loro spostamenti progressivi (fanno anch'esse pienamente parte della storia della collina). I dati stratigrafici riportati sono completi, dall'humus al terreno vergine; viene rappresentata l'intera realtà dei depositi archeologici nella loro successione fisica.

Proponiamo di seguito una breve "carta d'identità" della base GIS di Poggio Imperiale, complesso esteso per 12 ettari e del quale è stato scavato sinora poco più di un ettaro con 4139 unità stratigrafiche sino alla campagna del 1999.

Ad oggi censisce 55862 elementi vettorializzati e raggiunge un peso di 68 mega; viene gestita su un MacIntosh G4 a 450 MHz - 256 MB di memoria RAM ed ha tempi di caricamento dei dati di circa 5-10 secondi, mentre quelli di elaborazione oscillano fra i 15-20 secondi per le ricerche più semplici ed i 25-35 secondi per quelle più articolate.

I tempi di impostazione e di registrazione non possono essere quantificati nel loro complesso con precisione, in quanto fortemente condizionati sia dalla mole dei dati da processare ogni anno (non sempre uguale) sia dall'abilità dell'operatore (in crescita esponenziale).

In genere l'assunzione delle piante di scavo viene svolta da tre operatori nel corso delle attività invernali di laboratorio; la campagna 1998 ha per esempio richiesto un totale di 160 ore circa a persona nella digitalizzazione di tre grandi settori di scavo (il più grande raggiungeva i 30 x 12 m) caratterizzati da stratigrafie molto articolate.

Nel suo insieme, si tratta di un prodotto che, nonostante una notevole complessità strutturale, consente una fruizione molto agevole e veloce, anche per utenti non alfabetizzati.

Una gestione corretta della documentazione di scavo passa inevitabilmente dall'inserimento della grafica all'interno del programma GIS.

La scelta del software è dunque fondamentale e deve orientarsi verso prodotti non condizionati da un'impalcatura logica troppo rigida (come nel caso degli standard usati per il territorio; per esempio ArcView). Ci siamo così indirizzati verso MacMap (prodotto in Francia e distribuito in Italia da Step Informatica - Torino), un programma che consente di costruire *ex novo* la struttura dei dati attraverso la creazione di un modello, organizzato per tipi e sottotipi, definiti sia geometricamente (superfici, linee, testo e punti) che graficamente.

Questa peculiarità del programma permette di comporre un'unica base di dati dove vengono però a convergere tutti i grafi vettorializzati, classificati al momento dell'immissione secondo gli schemi logici impostati dall'utente (facilmente modificabili comunque anche in seguito); in questo modo si rende possibile in qualsiasi momento e per qualsiasi operazione integrare tutti i dati, anche se distribuiti in tipi distinti e con caratteristiche geometriche differenti.

Il modello dei dati è stato organizzato in modo da accogliere in maniera stratificata l'intero patrimonio di informazioni concernenti il sito di Poggio Imperiale: la morfologia e l'aspetto della collina precedentemente all'intervento archeologico, l'indagine non distruttiva (fieldwalking e rilevamento dei crop marks), l'intervento di scavo, gli approfondimenti di ricerca effettuati (indagine paleopedologica, test di geomagnetismo e resistività, studio antropologico dei reperti scheletrici), le prospettive di musealizzazione (parco archeologico) e le elaborazioni predittive sulla base dei dati già acquisiti.

Tutti questi dati sono stati distinti in 13 tipi, sulla base della coerenza tipologica e della identità geometrica, evitando ridondanze. Il principio corretto per l'impostazione del modello è quello di costruire un'impalcatura tenendo conto delle caratteristiche intrinseche del dato e non del significato attribuito a seguito di interpretazioni soggettive. Per esempio: dovendo inserire la viabilità, risulterebbe incoerente inserire i tracciati già in uso e quelli in fase di progettazione in due tipi distinti, associandoli nel primo caso con gli altri aspetti riguardanti lo stato attuale della collina e nel secondo con quelli previsti nel progetto di musealizzazione del sito: l'incoerenza consisterebbe nel fatto di distinguere due elementi tipologicamente omogenei sulla base di una lettura individuale e di conseguenza assegnare già in fase di acquisizione un valore predefinito.

Il sistema degli archivi grafici e multimediali vede l'uso di databases appositamente creati per la gestione di immagini, filmati e suoni e rappresenta uno strumento utile solo se si lavora intensamente con grafica e files multimediali; i documenti che ne fanno parte non sono inseriti in un unico file, ma vengono ricercati dallo stesso database nelle loro svariate collocazioni; alle immagini, rappresentate in una galleria di miniature (e visibili a grandezza naturale con un semplice doppio click), sono associabili uno spazio descrittivo e una serie di chiavi che permettono visualizzazioni per soggetti; le keywords scelte per il nostro archivio corrispondono ai numeri delle unità stratigrafiche rappresentate, area, settore, quadrato, definizione US stratigrafica, definizione US interpretata, anno di scavo, struttura, periodo, fase, area per fase, responsabile di area. Ad oggi sono catastati 3933 documenti tra immagini, filmati e animazioni; con l'estate 2000 è previsto l'inserimento di altri 1500 documenti circa.

Il sistema degli archivi alfanumerici è stato concepito come un'applicazione relazionale che vede convergere in interrogazione i dati di unità stratigrafiche, schedature ceramica, metalli, monete, vetri, ossa animali, reperti osteologici umani, eventuali analisi specialistiche, bibliografia. Sono state sinora inserite 19425 schede. La base di dati alfanumerica rappresenta un nodo essenziale nell'elaborazione di una soluzione informatica che gestisca in modo efficiente il complesso dei dati generati

da un'indagine stratigrafica. Da essa dipende in buona parte la qualità e la fruibilità delle informazioni catastate.

Sotto questo profilo assume importanza primaria il momento progettuale del database relazionale; in questa fase occorre, a nostro avviso, basarsi in primo luogo sulle necessità specifiche connesse alla ricerca archeologica, elaborando un modello informatico che coniughi il rigore logico proprio della *computer science* con la semplicità d'uso e la facilità d'implementazione sull'ambiente hardware/software a disposizione (nel nostro caso una LAN di personal computer gestita attraverso un server Alpha, e applicazioni commerciali largamente diffuse e facilmente reperibili).

Va tenuto presente che i processi cognitivi applicati dall'archeologia e finalizzati alla produzione di modelli storiografici non sempre si adattano ai metodi dell'analisi informatica; le incompatibilità più evidenti si rilevano nella necessità, propria dell'analisi, di giungere ad un modello dei dati definitivo (le applicazioni classiche nell'ambito della realizzazione di database relazionali riguardano solitamente processi che non mutano nel tempo e difficilmente necessitano un aggiornamento continuo dell'architettura dei dati; basti pensare alla gestione contabile di un'azienda, all'archivio anagrafico di un comune, ecc.). Un sistema simile è applicabile tutt'al più all'elaborazione di strumenti per la tutela del patrimonio archeologico, costituiti da banche dati contenenti le notizie essenziali pertinenti ad un sito.

Durante la progettazione di un database (e, più in generale, di una soluzione informatica globale) che si riveli funzionale alla ricerca si rende invece necessario porre la massima attenzione a due aspetti: la creazione di un'architettura aperta e facilmente integrabile con nuove tipologie di informazioni e la definizione, fin dall'inizio, del grado di dettaglio cui si vuole giungere nella catastazione del dato. Non considerare queste problematiche significherebbe realizzare soluzioni parziali o, nel peggiore dei casi, inefficienti. L'esigenza di un'architettura aperta si rivela direttamente connaturata al concetto di ricerca archeologica. Questa infatti, pur partendo da basi metodologiche sufficientemente consolidate, presenta spesso dinamiche mutevoli e strettamente connesse al contesto ed agli obiettivi del progetto; lo stesso procedere delle indagini è spesso fonte di idee per approfondimenti in direzioni non previste inizialmente. Il grado di dettaglio delle informazioni, non necessariamente uniforme per tutte le categorie dei dati, è invece direttamente legato all'efficienza della base di dati.

Si tratta di coniugare le esigenze specifiche degli approfondimenti su particolari aspetti del progetto di ricerca con i criteri di agilità indispensabili per una proficua fruizione dei dati; giungere ad una soluzione di compromesso che rispetti le esigenze coinvolte rappresenta un momento importante nella progettazione del database.

BIBLIOGRAFIA

AZZENA 1992 = G. AZZENA, *Tecnologie avanzate applicate alla topografia antica*, in BERNARDI M. (a cura di), *Archeologia del paesaggio, IV Ciclo di Lezioni*

sulla Ricerca applicata in Archeologia. Certosa di Pontignano (Siena), 14-26 gennaio 1991, Firenze, pp.747-765

FRANCOVICH 1990 = R. FRANCOVICH, *Dalla teoria alla ricerca sul campo: il contributo dell'informatica all'archeologia medievale*, "Archeologia e Calcolatori", I, pp.15-27

FRANCOVICH 1999 = R. FRANCOVICH, *Archeologia medievale e informatica: dieci anni dopo*, "Archeologia e Calcolatori", 10, pp.45-63.

FRANCOVICH-VALENTI 1996 = R. FRANCOVICH, M. VALENTI, *The Poggibonsi excavations and the early medieval timber building in Europe*, XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì - Italia-8/14 settembre 1996, Colloquia 14, Forlì - Grafiche M.D.M., pp.135-149

FRANCOVICH-VALENTI 1998 = R. FRANCOVICH, M. VALENTI, *La ceramica d'uso comune in Toscana tra V-X secolo. Il passaggio tra eta' tardoantica ed altomeioevo*, in *La céramique médiévale en Méditerranée*, Actes du VI Congrès International de l'AIECM2, Aix-en Provence 13-17 novembre 1995, Narration Edition, pp.129-137

FRANCOVICH-VALENTI 2000 = R. FRANCOVICH, M. VALENTI, *La piattaforma GIS dello scavo ed il suo utilizzo: l'esperienza di Poggibonsi*, in G.P. BROGIOLO (a cura di), *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Firenze, cs

FRONZA-VALENTI 1997 = V. FRONZA, M. VALENTI, *Lo scavo di strutture in materiale deperibile. Griglie di riferimento per l'interpretazione di buche e di edifici*, in GELICHI S. (a cura di), *I Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. Auditorium del Centro Studi della Cassa di Risparmio di Pisa (ex Benedettine). Pisa, 29-31 maggio 1997, Firenze, pp. 172-177

FRONZA-VALENTI 2000 cs = V. FRONZA, M. VALENTI, *L'utilizzo delle griglie di riferimento per lo scavo di contesti stratigrafici altomedievali: elaborazione di una soluzione informatica*, in G.P. BROGIOLO (a cura di), *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Firenze, cs

MOSCATI 1987 = P. MOSCATI, *Archeologia e calcolatori*, Firenze

NARDINI-SALVADORI 2000 cs = A. NARDINI, F. SALVADORI, *La piattaforma GIS dello scavo e i modelli distributivi di manufatti e reperti osteologici animali*, in G.P. BROGIOLO (a cura di), *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Firenze cs

VALENTI 1996 = M. VALENTI (a cura di), *Poggio Imperiale a Poggibonsi (Siena). Dal villaggio di capanne al castello di pietra. I. Diagnostica archeologica e campagne di scavo 1991-1994*, Biblioteca del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti. Sezione Archeologica. Università di Siena, 1, Firenze

VALENTI 1998a = M. VALENTI, *La gestione informatica del dato; percorsi ed evoluzioni nell'attività della cattedra di Archeologia Medievale del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti-Sezione archeologica*, "Archeologia e Calcolatori", 9, pp. 305-329

VALENTI 1998b = M. VALENTI, *Computer Science and the management of an archaeological excavation: the Poggio Imperiale Project*, "Archaeological Computing Newsletter", 50, Spring 1998, Oxford, pp.13-20

VALENTI 1999 = M. VALENTI, *Carta Archeologica della Provincia di Siena, vol.III, La Valdelsa (Comuni di Colle Val d'Elsa e Poggibonsi)*, Siena

VALENTI 2000 cs = M. VALENTI, *La piattaforma GIS dello scavo nella sperimentazione dell'Insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena. Filosofia di lavoro e provocazioni, modello dei dati e "soluzione GIS"*, "Archeologia e Calcolatori", c.s.