

La piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi (Insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena). Dalla creazione del modello dei dati alla loro lettura.

Alessandra Nardini

Atti del I Convegno Nazionale di Archeologia Computazionale, Napoli 5-6 febbraio 1999, "Archeologia e Calcolatori", 11, 2000, pp.111-123

1 - La gestione della documentazione grafica

L'aspetto più problematico, basilare e condizionante della gestione in GIS dello scavo è senza dubbio quello della documentazione grafica.

Nella nostra esperienza rappresenta di fatto il primo vero ostacolo incontrato.

Al momento dell'approccio con un programma GIS (autunno 1995) avevamo già gestito la grafica dello scavo di Poggibonsi all'interno di un CAD, attraverso una serie di layer impostati a tavolino e finalizzati alla costruzione di piante di fase e di periodo; questo era bastato a capire con chiarezza che una gestione di questo tipo non si confaceva assolutamente alle nostre esigenze di studio: organizzare una divisione per layer infatti necessita una definizione preliminare sia essa per periodi, o vicinanza spaziale (più o meno indipendente dai rapporti stratigrafici) o qualsiasi criterio le voglia essere imposto.

Un procedimento di questo tipo si rivela del tutto insufficiente e non adeguato ai metodi della ricerca archeologica, per la quale è necessario disporre di una catastazione dei dati grafici indipendenti dall'informazione interpretata.

Creare uno strumento aperto e funzionale per noi significava invece riprodurre a livello grafico la situazione che troviamo sul cantiere, nient'altro che un'enorme pianta composita, continuamente aggiornabile: un insieme di strati, definiti da rapporti spaziali fra loro, svincolati da informazioni che vengono loro assegnate attraverso successivi processi interpretativi; queste sono invece registrate in archivi alfanumerici, che fungono da supporto indispensabile ed imprescindibile al dato grafico. **FIGURA 1**

Proprio un'impostazione di questo tipo rappresenta l'elemento sostanziale di novità rispetto ad altre esperienze; di fatto il superamento di una logica (ben supportata dalle caratteristiche dei programmi CAD) che vede la parte di gestione in digitale delle piante di scavo come accessorio e subordinato (o subordinabile) a quella degli archivi alfanumerici.

Fino ad oggi, sono stati presentati due esperimenti di gestione integrata della documentazione di scavo; il sistema ODOS (però non inserito in un prodotto GIS: D'ANDRIA, 1997), ed il progetto Eurialo (più recente, sviluppato e pensato proprio all'interno di una soluzione GIS: MOSCATI, 1998, pp. 226-228).

Il primo, realizzato dall'Università di Lecce in collaborazione con il CECUS (Centro elettronico dell'Università salentina), rappresenta certamente l'esempio più completo e ben definito, anche se non supera il livello di un CAD intelligente e ben strutturato (senza d'altronde nessuna pretesa di farlo); le piante di scavo sono distribuite in più livelli, ognuno dei quali viene identificato da una serie di codici (assegnati al momento dell'immissione) che permettono facilmente la costruzione di piante tematiche e di fase. I rilievi sono agganciati agli archivi secondo uno schema gerarchico che vede le piante di scavo legate alla scheda SAS e gli overlay alla relativa scheda US.

Eurialo identifica invece un GIS sperimentato sul sito di Pontecagnano nel biennio 1996-1998 dall'Istituto Universitario Orientale in collaborazione con l'Università degli Studi di Salerno,

con la Soprintendenza Archeologica di Salerno, Avellino e Benevento, con il Comune di Pontecagnano e con IRSIP CNR dell'area di ricerca di Napoli.

L'obiettivo del progetto è definire alcune linee guida operative e metodologiche finalizzate a creare un modello di dati standard applicabile all'analisi di contesti funerari (100 aree cimiteriali con più di 8000 sepolture); il presupposto da cui parte è superare i precedenti esperimenti applicativi dove la connessione fra dati spaziali ed alfanumerici veniva realizzata attraverso programmi opportunamente elaborati ed adattati alle specifiche ricerche con una conseguente "non esportabilità" del sistema ad altre situazioni. Il sistema infatti utilizza solo programmi commerciali (MapInfo, AutoCad e Access); la documentazione grafica viene catastata in forma vettoriale su AutoCad, dove ogni singolo oggetto viene contrassegnato da un codice numerico (costituisce l'identificatore attraverso il quale viene realizzata la connessione con il database); il DBMS è stato organizzato su un'architettura relazionale comprendente tre archivi (il primo contiene informazioni generali sulla tomba; il secondo registra i resti osteologici e altri materiali organici; il terzo invece ogni singolo corredo) collegati dal numero di tomba. L'integrazione dei dati alfanumerici con quelli grafici viene operata attraverso l'utilizzo del software GIS "MapInfo".

Entrambi i progetti gestiscono in modo parziale e non esaustivo la documentazione grafica. Il primo limite è prevedere solamente l'immissione delle piante "significative" (come nel caso delle piante di fase e periodo). In secondo luogo non tentano la ricomposizione né stratigrafica né spaziale, vincolando l'informazione grafica all'interno delle griglie predefinite dall'analisi interpretativa (quali sono i layers).

Nonostante questo, ODOS rappresenta di fatto un prodotto riuscito rispetto agli obiettivi di partenza (ricordiamo che non perseguono la costruzione di un GIS di scavo). EURIALO rimane una gestione ibrida dove il grafo è ancora esterno alla filosofia GIS, ridotto ad una serie di layer tematici variamente combinabili sfruttando le potenzialità di ricerca (in questo caso solo dell'archivio alfanumerico) del programma stesso.

2 - L'impostazione del lavoro e la creazione del modello

Il passaggio decisivo verso una gestione corretta della documentazione di scavo è senza dubbio l'inserimento della grafica direttamente all'interno di un 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. Ad 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.

Gli elementi peculiari del sito di Poggio Imperiale sono stati dunque distribuiti in 4 tipi:

- Tipo 1: *Geoambiente*. Sottotipi: *Fasce altimetriche, Uso del suolo, Idrografia, Geologia, Geomorfologia*.
- Tipo 2: *Viabilità*. Sottotipi: *Provinciale, Comunale, Privata, Percorsi di visita in fase di progettazione*.
- Tipo 3: *Aree edificate*. Sottotipi: *Emergenze monumentali, Edifici moderni, Annessi agricoli, Strutture edificate in fase di progettazione, Aree urbane*.
- Tipo 4: *Simboli*. Sottotipi: *Vegetazione, Nuove piantumazioni previste, Punti informativi e di servizio in fase di progettazione*.

Graficamente sono stati distinti in tipi superficiali (tipo 1 e 3), lineare (tipo 2), puntuale (tipo 4). Il criterio di distinzione è prettamente geometrico: i primi infatti definiscono evidentemente spazi areali (le curve di livello sono state tradotte in fasce altimetriche per comodità di vettorializzazione); il tipo 2, anche se in realtà definisce comunque spazi, segue la convenzione GIS secondo cui le strade costituiscono un'entità lineare (il motivo origina dal fatto che il tipo di misurazione richiesta per le strade è di tipo lineare: di una strada si misura infatti la lunghezza e non la dimensione areale); il tipo 3 riporta su carta punti che riproducono in scala alberi, simboli di punti informazione, di punti ristorazione, ecc.

I sottotipi rappresentano un'ulteriore distinzione mirata a definire più precisamente le peculiarità dei singoli grafi.

I risultati delle indagini non distruttive sono stati catastati in 2 tipi:

- Tipo 5: *Ricognizione di superficie*. Sottotipi: *Concentrazioni, Grandi aree di spargimento di materiale*.
- Tipo 6: *Crop Marks*. Sottotipi: *Risultati dal trattamento del volo sui centri storici effettuati dalla Regione Toscana, Risultati dal trattamento del Volo Rossi, Elaborazione delle foto scattate da aereo da turismo, Elaborazione delle foto scattate con pallone aereostatico*.

Graficamente il tipo 5 è rappresentato come tipo superficiale in quanto le unità topografiche descrivono uno spazio, mentre il tipo 6 come tipo lineare perchè deve riprodurre semplici allineamenti.

I sottotipi nel primo caso tengono conto della natura dell'unità topografica; nel secondo caso, mantengono la distinzione dei supporti usati per il trattamento.

La documentazione di scavo è invece distinta in 3 tipi, a cui si aggiunge uno destinato a cartografare le conseguenze pratiche della presenza del cantiere archeologico:

- Tipo 7: *Scavo: linee*. Sottotipi: *Taglio, Canaletta, Buca, Spoliazione, Taglio di fondazione, Interfaccia, Altro*.
- Tipo 8: *Scavo: superfici*. Sottotipi: *Struttura in muratura, Strato di pietre, Tomba, Riempimento, Strato di terra, Fondazione, Apertura, Forno, Muro, Altro*.
- Tipo 9: *Scavo: caratterizzazioni*. Sottotipi: *Struttura in muratura, Strato di pietre, Tomba, Riempimento, Strato di terra, Fondazione, Apertura, Forno, Muro, Buca, Altro, Taglio*.

- Tipo 10: *Interventi connessi all'intervento di scavo*. Sottotipi: *Aree di scavo, Strutture funzionali al cantiere, Terra di riporto*.

Il criterio di base adottato per la definizione dei tipi aderisce ai principi della stratigrafia archeologica. Le unità stratigrafiche positive infatti descrivono superfici e sono rappresentabili come poligoni, mentre le US negative, come superfici in sé prive di consistenza materiale, corrispondono geometricamente a linee. Quindi il taglio di una buca verrà definita come linea, mentre il suo riempimento corrisponderà ad una superficie.

Il terzo tipo è stato previsto per tutti i grafi che caratterizzano le unità stratigrafiche: le pietre di un muro, i reperti in strato, le ossa di uno scheletro e tutto ciò che serve a definire il reale aspetto dell'oggetto. Le caratterizzazioni vengono gestite in un tipo distinto, sia per coerenza concettuale che per ragioni di ordine pratico; è infatti opportuno distinguere il grafo che definisce il reale ingombro dell'US dai numerosi vettori che descrivono l'aspetto dell'oggetto per non incorrere in difficoltà di gestione ed in macroscopici errori nella consultazione matematica.

In altre parole, il muro US 35 è costituito da un contorno, corrispondente alla reale estensione del muro, e da un certo numero di pietre: senza un'opportuna classificazione, al momento dell'impostazione di una funzione di calcolo (ad esempio, sulla media dell'ingombro dei muri di una determinata fase) la statistica viene effettuata indiscriminatamente su ognuna delle pietre quanto su ognuno degli ingombri, con risultati assolutamente errati.

Un ulteriore motivo di praticità risiede nel fatto che se le caratterizzazioni, presenti in numero elevatissimo, vengono catastate in un tipo distinto possono essere escluse *in toto* sia da ricerche che da visualizzazioni particolari, in cui, per esempio, non serve un alto grado di dettaglio, con un conseguente risparmio di tempi di caricamento.

Graficamente sono concepite per comodità come tipo lineare. Dal momento che non devono essere misurate possono essere rese indifferentemente come poligono e come linea: la scelta della linea permette però di acquisire correttamente ogni genere di caratterizzazione, sia la pietra quanto ad esempio i tratti che marcano le variazioni di quota all'interno di un muro o di un taglio di escavazione.

I sottotipi sono organizzati secondo una macroclassificazione delle unità stratigrafiche, senza toccare ancora il livello interpretativo. In seguito, si procede ad una progressiva definizione dell'oggetto, prevedendo diversi gradi di approfondimento. Così un crollo di muro viene classificato al momento dell'immissione all'interno della base GIS come oggetto superficiale (ed inserito nel tipo *Scavo: superfici*) e come generico *Strato di pietre* (attraverso l'assegnazione al sottotipo); con l'ausilio dei dati importati dall'archivio alfanumerico verrà ulteriormente descritto attraverso una definizione stratigrafica, come *Crollo di pietre e conci di travertino* e poi con una definizione interpretata come *Crollo di muro perimetrale*.

Si tratta di un processo induttivo che tende ad assegnare poche informazioni e molto generiche al singolo grafo al momento dell'acquisizione in vettoriale in modo da ridurre al minimo la necessità di intervenire sui dati già acquisiti. In altre parole, all'interno dei campi identificativi (tipo e sottotipo) della base GIS (non aggiornabili quindi in automatico secondo i dati degli archivi) vengono assegnati valori incontrovertibili (un crollo di muro non potrà mai perdere l'identità di strato di pietre); in questo modo se l'interpretazione dell'US dovesse essere modificata si dovrà aggiornare solo la banca dei dati alfanumerici e non entrambe.

Il tipo 10 nasce con l'obiettivo di conservare la memoria grafica di tutti gli interventi materiali effettuati nel corso dell'attività di cantiere. Trattandosi di uno scavo *in progress*, aree occupate in un determinato momento da grandi scarichi della terra di riporto o dalle strutture funzionali (baracche ad esempio) diventeranno in seguito aree di scavo; in questo caso, sarà necessario considerare le eventuali conseguenze intervenute nella stratigrafia di scavo a causa di attuali utilizzi dell'area.

Gli approfondimenti di ricerca svolti sul sito sono catastati singolarmente ed interamente all'interno di tipi distinti:

- Tipo 11: *Reperti osteologici*. Sottotipi: *Denti, Ossa*.

- Tipo 12: *Indagine geoarcheologica*. Sottotipi: *Sezione geologica, Sezione del terreno, Stratigrafia degli strati naturali, Carta della probabilità archeologica, Carta del terreno vergine*.

Il primo è stato impostato per trasferire su carta i risultati dell'indagine antropologica svolta nell'area cimiteriale rinvenuta nel corso dello scavo ed indagata stratigraficamente nel periodo 1994-1998. I sottotipi operano una distinzione fra ossa e denti; entrambi reperti osteologici, hanno comunque fisionomia e struttura diverse.

Il secondo invece accoglie i dati provenienti dallo studio paleopedologico effettuato da Antonia Arnoldus nel corso del 1998. In questo caso i sottotipi tengono conto dei diversi aspetti affrontati nel corso della ricerca

Per catastare le potenzialità predittive del GIS si è previsto al momento un solo tipo:

- Tipo 13: *Ipotesi ricostruttive*. Sottotipi: *Verifiche su scavo, Ipotesi elaborate su crop marks, Ipotesi desunte dalle emergenze monumentali, Ipotesi desunte dalla documentazione scritta*.

Graficamente è rappresentato come tipo lineare. I sottotipi separano le ipotesi già verificate nel corso dello scavo e quelle ancora allo stato puramente indiziario, le quali vengono classificate in base alla diversa natura delle informazioni.

3 - L'immissione dei dati

Oltre alle normali funzioni GIS (ricercare, calcolare, misurare, fare statistiche e grafici, ecc.), MacMap possiede strumenti di disegno molto potenti che consentono di vettorializzare direttamente all'interno del programma; si evitano così esportazioni nel formato di interscambio DXF che non sempre sono immuni da errori di conversione e di traduzione del vettore.

I rilievi di scavo vengono acquisiti tramite scanner A/0 e poi visualizzati in formato raster all'interno di una base GIS temporanea, appositamente realizzata per la fase di digitalizzazione; si tratta di un documento privo di attributi (in questo senso simile ad un file CAD) ma strutturato secondo il modello di dati sopra descritto. Successivamente sulla base di due o più punti georeferenziati i dati vettorializzati vengono, tramite un'estensione dell'applicativo, automaticamente importati nel documento GIS globale.

La digitalizzazione avviene a video, a scala 1/1; questo riduce il margine di errore nell'ambito dei 2-3 mm in scala reale, annullando pressochè del tutto il rischio dell'accumulo di inesattezze connesso ad una normale riproduzione grafica su qualsiasi tipo di supporto. Questa tecnica permette inoltre di rilevare l'intera pianta di scavo, qualunque siano le sue dimensioni e, non ultimo, offre la possibilità di ritoccare la forma del grafo tenendolo direttamente sovrapposto all'originale raster; si tratta di aspetti fondamentali per ottenere il grado di accuratezza e di dettaglio necessario a dei rilievi che non riproducono mai forme geometriche ma che devono invece restituire una descrizione "impressionistica" della realtà, attraverso la descrizione di oggetti reali. Non ha senso realizzare, come accade molto spesso, rilievi visivamente perfetti ad una scala ridotta, che però una volta portati a scale più ampie perdono qualsiasi corrispondenza con l'originale (ad esempio pietre che ingradite assumono l'aspetto di poligoni con angoli appuntiti e pareti lineari oppure linee di strato che si intersecano in modo minimamente credibile).

L'uso della tavoletta grafica invece non garantisce ottimi risultati e non si dimostra funzionale all'acquisizione di dati di scavo. Un primo limite è costituito dalle dimensioni della tavoletta (anche in formato A/0) che risultano decisamente insufficienti qualora si debbano immettere piante con dimensioni superiori, che vanno quindi distinte in rilievi parziali. Ben più condizionante è però il fatto che la digitalizzazione in questo caso deve necessariamente avvenire alla scala del disegno (scala 1/20 nel caso dei rilievi di strato) attraverso l'uso di un digitizer che non consente neppure ad

un operatore molto abile di riprodurre il grafo in modo del tutto conforme alla realtà: soprattutto se si calcola che in questa operazione si interviene su disegni con un fortissimo grado di dettaglio. L'uso della tavoletta non consente di ingrandire la base raster da cui rilevare i dati, che vengono quindi acquisiti ad una scala molto ridotta; l'ingrandimento del vettore avviene in una fase successiva, quando però non è più possibile sovrapporlo alla base e dunque il ritocco avviene in forma del tutto arbitraria.

Le osservazioni che abbiamo proposto partono da una valutazione autoptica del metodo più adatto alle nostre esigenze. All'inizio del nostro lavoro, infatti, in modo abbastanza acritico, abbiamo cominciato a vettorializzare le piante di scavo attraverso tavoletta grafica. Quasi immediatamente abbiamo constatato che non rappresentava un metodo corretto e passando alla digitalizzazione a video abbiamo verificato una decisa difformità delle prime piante acquisite rispetto alle successive, nell'ordine dei 5-10 cm in scala reale: margine decisamente troppo alto!

Nell'economia dei tempi di lavoro, è indiscutibile che la fase di catastazione dei dati grafici occupa sicuramente lo spazio maggiore e rappresenta un'operazione delicata e impegnativa; in molte esperienze, per ovviare a questo problema si è deciso di semplificare i rilievi riducendoli ad un insieme di scarse superfici, prive di elementi di caratterizzazione.

La piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale (aggiornata alla campagna 1998) attualmente consta di 42635 elementi vettorializzati, dei quali 34870 riproducono le caratterizzazioni delle unità stratigrafiche; è assolutamente palese che escludere l'aspetto "estetico" (ma si tratta poi di pura estetica?) provocherebbe sì una riduzione drastica dei tempi di catastazione dei dati grafici, ma, a nostro parere, il risparmio di tempo ed energie non arriva ad essere proporzionale alla perdita del dettaglio dell'informazione.

In questo modo infatti si va a costituire una base di dati monca e, soprattutto, non funzionale e non corrispondente alle reali finalità di un lavoro di questo tipo; peraltro si contravviene ad uno dei primi caratteri della rappresentazione GIS: l'alto grado di accuratezza. Creare una base GIS su uno scavo, secondo la nostra filosofia, significa realizzare un enorme archivio grafico ed alfanumerico insieme, dove possano convergere ed integrarsi tutti i dati provenienti da un unico contesto; in questo senso, lo sforzo iniziale di catastazione, sicuramente impegnativo e lungo, viene in realtà ammortizzato nel corso delle normali operazioni di ricerca e studio del sito.

Solo una corretta e completa digitalizzazione può consentire una riproduzione a stampa priva di errori e del tutto simile alle classiche lucidature a china, molto più dispendiose della vettorializzazione in quanto ripetute nel tempo. Allo stesso modo, solamente un inserimento completo di tutte le unità stratigrafiche, siano esse strati di ripulitura o livelli di vita, potrà fungere da supporto per elaborazioni in senso distributivo ad esempio per quanto riguarda reperti ceramici. In quest'ottica, l'intero contesto di scavo viene ricomposto all'interno del calcolatore, senza alcun taglio di tipo soggettivo e il prodotto informatico viene a rappresentare una sorta di depositario della memoria storica della ricerca.

4 - Il database interno

MacMap consente di legare ad ogni oggetto una scheda, composta da campi testuali e numerici impostati e definiti dall'utente stesso. Ogni formato scheda appartiene solamente ad un tipo e prevede un numero illimitato di campi, disposti ad accogliere una cifra massima di caratteri pari a 256.

All'interno della nostra base, abbiamo previsto formati scheda diversi, a seconda delle esigenze:

I tipi più generali riguardanti la collina (Geoambiente, Aree edificate, Viabilità) sono contrassegnati da un campo Descrizione dove vengono registrati gli aspetti peculiari dell'oggetto sottoforma di brevi stringhe. La Ricognizione di Superficie prevede più campi (Descrizione,

Interpretazione, Cronologia, Periodo, Fase) nei quali vengono immesse le informazioni essenziali contenute nella scheda di unità topografica.

I tipi relativi allo Scavo presentano invece una maggiore articolazione: US, Area, Struttura, Quadrato, Definizione stratigrafica, Definizione interpretata, Periodo, Fase, Cronologia.

Si tratta di una scheda strutturata ad hoc, indipendente dallo standard per unità stratigrafica e destinata ad accogliere solo le nozioni necessarie ai fini della visualizzazione e delle funzioni matematiche; la consultazione della scheda per esteso viene infatti rimandata al database numerico collegato.

Riproporre all'interno del GIS l'intera scheda US infatti determina una ridondanza delle informazioni e costituisce un eccessivo appesantimento della base dati; ogni oggetto vettorializzato viene legato al record specifico, dunque in presenza di migliaia di oggetti l'eliminazione dei campi non funzionali rappresenta una notevole economia ed ottimizzazione del prodotto.

In seguito affronteremo nello specifico l'analisi della struttura dell'archivio alfanumerico; in questa sezione invece ci occuperemo soltanto degli aspetti di "personalizzazione" del database interno rispetto a quello esterno. Le modifiche vengono imposte da nuove necessità di ricerca, che in primo luogo propongono come inevitabile la traduzione dei dati descrittivi utilizzando un dizionario standard.

E' il caso dei campi Definizione ed Interpretazione che vengono sostituiti con i campi, Definizione Stratigrafica e Definizione Interpretata, nei quali le informazioni vengono espresse sottoforma di stringhe di testo registrate in liste a tendina, facilmente accessibili. Se le definizioni non vengono normalizzate, si incorre nel rischio che una stessa cosa possa venire indicata in modi simili ma diversi e non compatibili con i criteri di ricerca, creando così un notevole intoppo alla corretta funzionalità del prodotto.

Per la visualizzazione delle piante di fase e di periodo si è previsto uno spazio dove possa essere segnalata la continuità di uso delle strutture che presentano diacronia. Nel nostro caso, sulla base delle potenzialità di MacMap, abbiamo creato un campo dove la continuità periodi viene espressa attraverso una serie di codici (periodo+fase) separati da slash.

L'ottica corretta con la quale porsi di fronte alla piattaforma GIS è quella di riuscire a gestire ed organizzare gli innumerevoli oggetti catastati al suo interno nel maggior numero di combinazioni possibili e con il maggior risparmio di tempo per l'elaborazione; in questo senso, dotare ognuno dei grafi di tutti i valori che possono ottimizzare le ricerche e le funzioni di calcolo significa potenziare la piattaforma.

A questo scopo abbiamo previsto l'impostazione di campi quale Quadrato o Struttura, come valori funzionali a definire le unità stratigrafiche secondo diversi livelli: da quello puramente spaziale a quello interpretativo, con vari gradi di approfondimento (la singola US, la struttura che raccoglie più US, il periodo, la fase ecc.)

Per le caratterizzazioni, abbiamo previsto un'ulteriore specificazione, inserendo un campo Descrizione nel quale viene definita la natura di ogni singola unità: i reperti in strato verranno dunque distinti fra frammenti di ceramica, carbone, oggetti in metallo, scorie ecc. mentre le pietre componenti un muro verranno articolate fra conci o bozze di travertino, ciottoli di fiume, laterizi ecc. Sulla base di questo campo, potremo facilmente caratterizzare le piante di strato con l'ausilio del colore arrivando ad un grado di dettaglio ed accuratezza sempre maggiore.

I resti osteologici umani (catastati all'interno di un tipo a se stante) hanno invece un database interno abbastanza articolato e creato esclusivamente ai fini di ampliare le possibilità di cartografare i risultati dello studio antropologico. Nell'ottica di visualizzare tematismi delle caratteristiche morfologiche degli individui e comporre carte di distribuzione delle patologie, abbiamo previsto due sezioni informative; la prima destinata alla catastazione di dati generali relativi all'intero scheletro attraverso campi quali Sesso, Età minima e massima, Orientamento del

corpo e della testa, Tipo di deposito (articolato o disarticolato), Numero minimo di individui (nel caso di sepoltura plurima), Statura minima e massima, Posizione di sepoltura; la seconda invece, concerne il singolo osso ed accoglie un duplice ordine di cinque campi corrispondenti, che relazionano cinque combinazioni “patologia - localizzazione di patologia”. Ogni singolo osso dei resti osteologici articolati (circa 115 individui) rinvenuti nel corso delle campagne di scavo 1994-1998 (rilevati su scala in scala 1/10 e vettorializzati per intero) viene così definito nel dettaglio in una sintetica scheda descrittiva con definizione anatomica, genere di patologia (metabolica, traumatica, occupazione, articolare, neoplastica, endocrine, circolatoria, infettiva, ecc;), patologia (o patologie) presenti, collocazione della patologia e gravità della lesione espressa in valori numerici compresi fra 0 e 3.

5 - La lettura dei dati

I dati catastati sono stati organizzati in più “viste” elaborate con l’ausilio di parametri di visualizzazione (o *vDef*), che consentono di integrare e combinare gli elementi di qualsiasi tipo sulla base della corrispondenza ad alcune condizioni di ricerca.

Una vista “introduttiva” inquadra nel territorio circostante la collina di Poggio Imperiale e ne descrive l’aspetto attuale da un punto di vista naturalistico, morfologico e monumentale: vi sono segnalate le diverse colture sviluppate, le curve di livello, le emergenze monumentali, la viabilità e le aree di nuova edificazione. Un ulteriore approfondimento viene registrato in una vista successiva con l’attribuzione di diverse colorazioni alle varie facies geologiche censite sulla base della Carta Geologica d’Italia. Un altro layout presenta le modifiche occorse al sito a seguito dell’apertura del cantiere archeologico; la successione dei vari spazi occupati dalla terra di riporto e le diverse collocazioni delle baracche di supporto all’attività nel corso degli anni, eventuali strutture, più o meno stabili, connesse alla sicurezza del cantiere o al consolidamento di monumenti rinvenuti su scavo.

Le indagini preliminari (Ricognizione di superficie e Crop Marks), caratterizzate con colori nei diversi sottotipi, sono organizzate sia in viste singole che sovrapposte alle emergenze murarie rinvenute nel corso della ricerca intensiva per verificare la corrispondenza fra ipotesi e verifica su scavo.

Le unità stratigrafiche, articolate nei tre tipi, sono proposte in una prima vista attraverso una diversificazione di colori a seconda del sottotipo di appartenenza: una sorta di presentazione della enorme pianta composita, sulla quale è possibile fruire di una consultazione veloce dei risultati.

Altre due viste invece distinguono tutte le US secondo le tre grandi scansioni cronologiche individuate sul sito: tardoantico, altomedievale e bassomedievale. Al loro interno, macro di ricerca preimpostate permettono di visualizzare in automatico le singole fasi, nascondendo le altre. Sfruttando una potenzialità del programma che consente di impostare macro con parametri immessi dall’utente, è possibile visualizzare informazioni relative alla singola US e alla singola struttura; secondo le specifiche necessità, è possibile applicare lo stesso processo a tutti i campi presenti nel database interno.

L’approccio analitico verso i contesti di buche di palo rinvenuti nel corso dello scavo è stato registrato in una serie di viste specifiche che ne cartografano i risultati. Le buche di palo vengono differenziate secondo diversi criteri: gradienti di colori rappresentano il loro grado di affidabilità (espresso da un codice numerico compreso fra 0 e 5); cromatismi indicano le varie funzioni ipotizzate (inserite nel campo Definizione Interpretata, con stringhe quali buche per palo portante primario, portante secondario, per arredo, per strutture accessorie ecc.) che vengono presentate sia separatamente che in combinazioni agli ipotetici allineamenti fra le diverse buche poste a definire le piante delle strutture in legno. Gli allineamenti e le piante ipotizzabili vengono tracciate direttamente utilizzando la funzione di MacMap che congiunge due o più oggetti selezionati.

Le prospettive di musealizzazione dell'area sono state inserite, riproducendo il masterplan del progetto di parco archeologico, elaborato da Jamie Buchanan, landscape architect: vengono visualizzati tutti i percorsi, sia attuali che in fase di progettazione, le aree verdi, i punti informativi e di ristorazione (descritti attraverso la simbologia turistica standard), le infrastrutture ecc.

Alcune viste specifiche sono dedicate alla trasposizione su carta dei risultati prodotti dalla ricerche paleopedologiche svolte sul sito. Una prima carta rappresenta i risultati del rilevamento geologico dettagliato effettuato sulla collina tramite l'osservazione degli affioramenti esposti lungo i versanti e delle caratteristiche superficiali dei campi arati: in questo caso diversi retini distinguono quattro areali corrispondenti ai diversi suoli, caratterizzati nel database interno da una serie di informazioni schematiche che ne definiscono la composizione e la configurazione morfologica.

Le sezioni geologiche osservate e verificate sono state convenzionalmente riportate nella piattaforma GIS per l'impossibilità tecnica di implementare aspetti tridimensionali. Abbiamo imposto uno spessore arbitrario che ne permette una lettura in senso planimetrico; la rappresentazione riproduce quindi la successione stratigrafica dei livelli geologici mantenendone l'estensione reale in senso longitudinale. Di fatto, costituisce una soluzione che, anche se non perfettamente ortodossa da un punto di vista vettoriale, rende comunque fruibili informazioni che non trovano altra traduzione grafica bidimensionale.

L'integrazione dei risultati delle indagini sulla collina ha portato alla composizione di una carta della probabilità archeologica: sono state così vettorializzate sei fasce, contrassegnate da un valore numerico crescente (assegnato in base al grado di possibile conservazione dell'integrità dei depositi presenti nel sottosuolo), secondo il quale assumono in gradazione cromatica.

I dati emersi dallo studio antropologico sono registrati in più viste, più o meno specifiche. Si tratta di carte tematiche generali (distinzione per periodi e fasi, per individui di sesso maschile e femminile, per orientamento dello scheletro, per tipologia di deposizione) e carte più dettagliate e complesse che consentono di visualizzare la distribuzione spaziale delle diverse patologie sia singolarmente che in combinazione con altre informazioni presenti nel database; si avranno così viste tematiche in cui nella globalità degli scheletri visualizzati in grigio emergono con colorazione differenti scheletri che rispondono a condizioni specifiche: ad esempio, individui di sesso maschile, di età compresa fra i 25-35 anni, collocati nella file nord dell'area cimiteriale, interessati da anemia, indiziata dalla presenza di cribra orbitalia (grado 1-3), e da episodi di stress/ malattia nel periodo infantile di cui rimane traccia nell'ipoplasia dello smalto (gravità 3). Ovviamente il numero di combinazione dei dati può essere estremamente variegato e in tal senso offre notevoli potenzialità di studio e di ricerca.

6 - Piattaforma GIS di prospetti e sezioni

Parallelamente ad un regolare aggiornamento della base globale, stiamo estendendo l'applicazione GIS anche ai rilievi di prospetti e sezioni. Le difficoltà di catastazione della documentazione "verticale" consiste, come si è detto precedentemente, nell'assenza di tridimensionalità. MacMap infatti non gestisce la terza dimensione ma in generale la tecnologia GIS non si è ancora sviluppata in tal senso; solo pochi software in commercio possiedono moduli specifici e non arrivano a costituire uno standard. A parte questo, la ricostruzione tridimensionale della stratigrafia archeologica costituirebbe comunque un'operazione estremamente complessa, lunga e di scarsa applicabilità; un problema fra tanti è ad esempio quello delle unità stratigrafiche negative che per una loro corretta rappresentazione in sezione dovrebbero "tagliare" gli strati: anche il software più evoluto supera con fatica un limite simile. In questo caso, lo sforzo richiesto da un'operazione di questo tipo è decisamente molto superiore rispetto alla sua effettiva utilità: in altre parole, avere la ricostruzione 3D dello scavo non è risolutiva e risponde più ad esigenze di miglioramento dell'impatto visivo piuttosto che di reale implementazione del supporto

di ricerca: dunque non merita l'eccessivo impegno che richiederebbe sia in fatto di tempo che di energia.

Abbiamo dunque aggirato l'ostacolo, strutturando una piattaforma GIS specifica che simuli la rappresentazione tridimensionale. Il modello dei dati in questo caso è stato articolato su tre tipi: il primo destinato allo sviluppo planimetrico di tutte le strutture murarie rinvenute su scavo, il secondo ed il terzo invece rispettivamente ai prospetti e alle sezioni, immesse interamente in forma vettoriale. Graficamente i rilievi degli elevati vengono visualizzati come lati esplosi di un poligono posti in immediata corrispondenza del muro a cui sono pertinenti; di fatto, definiscono una sorta di convenzione grafica, che non penalizza comunque la qualità del dato e non ne altera la dimensione spaziale. I prospetti vengono digitalizzati in tutti i dettagli e sono scanditi nelle diverse unità stratigrafiche murarie individuate; ogni singolo elemento che compone la muratura viene descritto per caratteristiche del materiale, lavorazione, ecc.

La piattaforma così definita costituisce di fatto un valido strumento di supporto alle indagini di lettura stratigrafica degli elevati e funzionale per ricerche tipologiche e per elaborazioni statistiche. Abbiamo già composto in fase preliminare viste tematiche generali che evidenziano la distribuzione spaziale dei diversi tipi murari e la loro successione cronologica all'interno dell'insediamento ed altre che cartografano la presenza dei diversi materiali impiegati; più complesse invece le carte che visualizzano i risultati di statistiche effettuate sulle dimensioni medie dei diversi conci sia all'interno dello stesso campione che trasversalmente alla tipologia individuata.

Questo modello di dati è ora in corso di sperimentazione in un contesto urbano, indagato estensivamente secondo i criteri di lettura delle emergenze murarie in elevato: sotto questo profilo stiamo ampliando significativamente il modello dei dati per accogliere anche aspetti più specifici di questo ambito di ricerca.

Rimangono ancora da sperimentare le potenzialità di sfruttamento delle sezioni vettorializzate; la loro riproduzione all'interno della piattaforma GIS non ha per ora superato il livello della semplice archiviazione del dato grafico.

Bibliografia

- BIANCHIMANI A., PARRA M.C. 1991, *NIKE: progetto di una base di dati archeologica*, "Archeologia e Calcolatori", 2, pp. 179-203
- D'ANDRIA F. 1997, *Metodologie di catalogazione dei beni archeologici*, Lecce-Bari (Beni Archeologici - Conoscenza e Tecnologie, Quaderno 1.1)
- GUERMANDI M.P. 1989, *Aladino: uno strumento per la gestione dei dati di scavo*, "Bollettino d'informazioni del Centro di Elaborazione Automatica di Dati e Documenti Storico Artistici", X, pp. 21-56
- LINEE GUIDA CARTA ARCHEOLOGICA 1998, *Linee guida per la redazione della Carta Archeologica della Toscana*. Versione del 11/9/1998, Firenze, Regione Toscana
- MOSCATI P. 1987, *Archeologia e calcolatori*, Firenze
- MOSCATI P. 1998, *GIS applications in italian archaeology*, "Archeologia e Calcolatori", 9, pp. 191-236
- RICCI A. 1985, *Ricognizione di superficie e scavo:dalle schede cartacee ad un sistema automatico al servizio dell'archeologia sul campo: il protoripo Argo*, in *Archeologia e Informatica*, Atti del Convegno. Roma 3-4-5 marzo 1988, Roma, 77-83
- VALENTI M. (a cura di) 1999, *Carta Archeologica della Provincia di Siena. Vol. III, La Val d'Elsa (Colle di Val d'Elsa e Poggibonsi)*, Siena
- VALENTI M. 1998b, *Computer Science and the management of an archaeological excavation: the Poggio Imperiale Project*, "Archaeological Computing Newsletter", 50 (Spring), pp. 13-20

VALENTI M.,1998a, *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 dell'Università di Siena*, "Archeologia e Calcolatori", 9, pp.305-329