

INFORMATICA ED ELABORAZIONE DEI DATI ARCHEOLOGICI

L'impianto del Laboratorio di Informatica per l'Archeologia ha permesso di attivare presso l'Università di Lecce un settore orientato alla ricerca nel campo delle applicazioni informatiche alla ricerca archeologica. Il Laboratorio è stato realizzato nel 1991 nell'ambito del Progetto Strategico «Problematiche scientifiche e sviluppo di metodologie di catalogazione dei beni artistici e culturali d'interesse per il Mezzogiorno» attivato dal CNR presso l'Università di Lecce¹. L'attività del Laboratorio si inserisce nel quadro del programma di ricerca svolto dall'Unità Operativa n. 1, diretta dal prof. F. D'Andria, e finalizzato allo studio dei sistemi insediativi nell'area adriatica meridionale. Il primo obiettivo identificato nel campo delle applicazioni informatiche è stato quello di realizzare un sistema per la gestione dei dati scavo di supporto allo studio sugli insediamenti. Rispetto a quanto già reso noto (D'ANDRIA, SEMERARO 1993a; SEMERARO 1993), è apparso opportuno presentare in questa sede i moduli sviluppati nella fase più recente dell'attività del Laboratorio.

DESCRIZIONE PROGETTO

Il sistema per la gestione dei dati di scavo si basa sull'integrazione di tre banche dati relative al trattamento dei dati alfanumerici, grafici e delle immagini. Le componenti hardware e software (Fig. 1) (D'ANDRIA, SEMERARO 1993a, 163) sono illustrate dettagliatamente in MANGIA c.s.: la configurazione hardware si basa su di un'architettura client-server con un elaboratore IBM RISC 6000 come sistema centrale. I principali pacchetti applicativi sono costituiti dal database relazionale ORACLE (Oracle Corporation) per la gestione dei dati alfanumerici, da GEODIS 6000 (Automap) per la gestione cartografica, dal sistema di Information Delivery SAS (SAS Institute) per le analisi statistiche; nel settore acquisizione immagini, gestito in ambiente Macintosh, viene utilizzato il software Photoshop (Adobe Corporation).

Circa l'elaborazione dei dati grafici il sistema si caratterizza per la scelta di utilizzare il formato vettoriale oltre che per la cartografia territoriale e urbana, anche per l'acquisizione dei rilievi di dettaglio dello scavo in funzione della elaborazione automatizzata delle piante tematiche. Come si è già avuto modo di precisare nell'ambito della presentazione preliminare del pro-

¹ Il Progetto Strategico è stato attivato attraverso il Comitato n. 15 del CNR (Tecnologie dei Beni Culturali) nell'ambito dell'Accordo di programma tra MISM e CNR. Il gruppo di lavoro attivo presso il Laboratorio è costituito da C. Mangia (coordinamento tecnico), F. Baratti (cartografia), D. Tafuro (analisi e programmazione), M.P. Caggia, V. Melissano (gestione dati alfanumerici), M. Ferri (immagini ed elaborazioni statistiche).

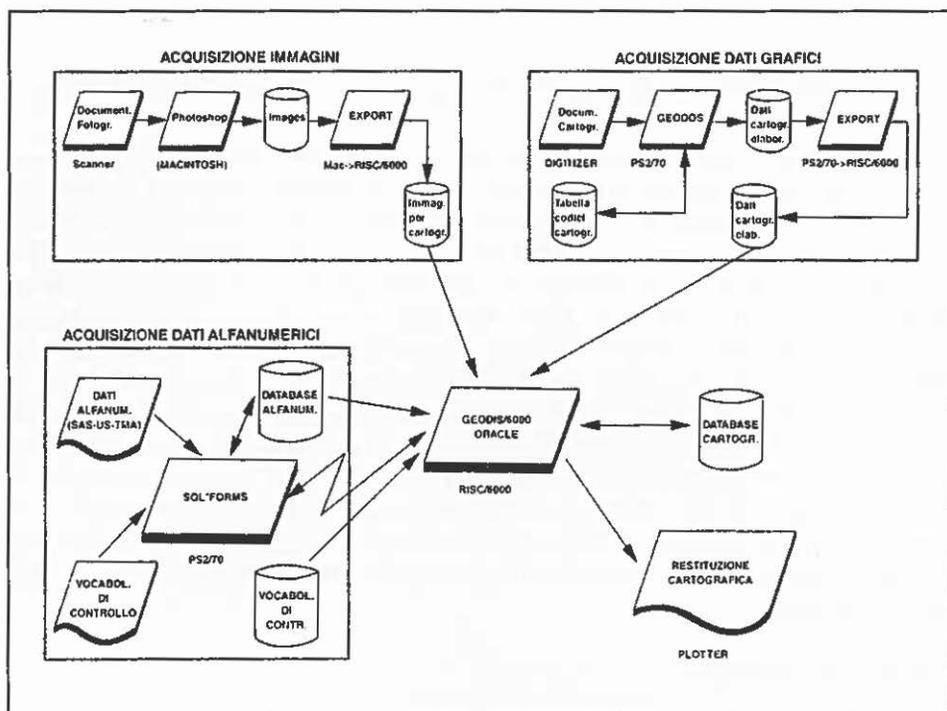


Fig. 1 - Il sistema per la gestione dei dati di scavo. Organizzazione e flusso dei dati.

getto questa scelta, senz'altro più onerosa dell'alternativa scanner in fase di acquisizione, risulta però decisamente più produttiva in fase di elaborazione dei dati in quanto consente di attivare un'ampia serie di selezioni ed estrapolazioni. Il numero di operazioni dipende esclusivamente dal tipo di codifica del dato e in ultima analisi dalle scelte effettuate in sede di definizione delle finalità scientifiche del progetto. È opportuno riprendere brevemente questi aspetti prima di illustrare gli sviluppi più recenti dell'applicazione.

L'obiettivo generale definito in relazione allo studio degli insediamenti antichi comporta l'individuazione di due livelli di analisi e di ricerca strettamente interagenti, che condizionano l'impostazione dell'applicazione informatica:

- 1) livello di insediamento (di sito) visto come insieme articolato di aree funzionali diverse;
- 2) singole aree (singoli settori) dell'insediamento che corrispondono alle zone indagate stratigraficamente.

Schematizzando si può dire che l'interazione tra questi due livelli si traduce in un costante procedimento di inserimento delle informazioni derivate dallo sviluppo della ricerca in una data area, nel più ampio contesto insediativo.

Se l'indagine stratigrafica ha come risultato la definizione funzionale di un'area, il riporto a scala urbana consente di studiarne le relazioni con altri elementi del tessuto insediativo.

Il database grafico rispecchia nella organizzazione dei dati e nel tipo di codifica delle informazioni questo percorso di ricerca.

L'elaborazione delle strutture di codifica è fondamentale per il corretto sviluppo del percorso illustrato ed ha pertanto richiesto una fase piuttosto onerosa di messa a punto. Oltre alle finalità scientifiche si sono dovute tenere presenti anche le esigenze specifiche di editing delle carte, in particolare delle planimetrie di scavo, predisponendo codifiche idonee per gli elementi propri di una pianta archeologica (vestizione della quadrettatura, simbologie specifiche ecc.).

Per quanto riguarda il livello urbano, oltre alle finalità squisitamente scientifiche bisogna fare riferimento alle ricadute del progetto sul piano dell'attività di tutela del territorio. Le carte archeologiche degli insediamenti antichi sono uno degli strumenti più efficaci per la conoscenza, la prevenzione e la tutela delle emergenze archeologiche. Nelle realtà urbane moderne soggette a continue trasformazioni, esposte alla pressione della espansione edilizia, le carte archeologiche del rischio rappresentano uno degli strumenti più importanti per affrontare correttamente la programmazione degli interventi di tutela. Un settore specifico di elaborazioni grafiche del progetto è finalizzato alla produzione di carte del rischio per i centri maggiormente esposti, in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica e con gli Enti locali (Comuni, Provincia).

L'esempio di Otranto illustra molto bene l'attività di questo settore del Progetto (BARATTI 1993-94; BARATTI c.s.). Il centro adriatico rappresenta uno dei siti dove più forte è stata negli ultimi anni la pressione dell'espansione edilizia, particolarmente stimolata dalla crescente importanza turistica del sito, e favorita dalla mancanza di adeguati strumenti urbanistici.

La carta archeologica di Otranto è stata una delle prime realizzazioni del Progetto. Concepita innanzitutto come strumento per la ricerca essa ha comportato l'acquisizione di tutta la documentazione prodotta nel corso delle indagini archeologiche sulla città iniziate alla fine degli anni 70 e tuttora in corso (si veda per la storia della ricerca D'ANDRIA c.s.). Questo impegno ha rappresentato anche il banco di prova per la sperimentazione e la messa a punto del sistema di codifica in seguito utilizzato nel database grafico. Come base cartografica è stato utilizzato il rilievo aerofotogrammetrico della città sul quale sono state posizionate le aree archeologiche. Gli elementi del tessuto urbanistico medievale e moderno sono stati codificati tenendo in particolare presente la successiva utilizzazione nell'ambito della carta del rischio (ad es. distinguendo le aree libere da costruzioni, come i cortili, orti, giardini e verde pubblico: v. D'ANDRIA, SEMERARO 1993a).

A tale scopo sulla base della distribuzione delle emergenze archeologi-

che (note da scavo o da ricognizioni archeologiche) e del confronto con le dinamiche di espansione edilizia del centro, sono state individuate le zone della città in cui è più urgente l'esigenza di intervenire per tutelare (BARATTI 1993-94). Le 'predizioni' di intervento sono corredate da valutazioni quantitative relative al computo numerico delle aree libere da abitazioni o da strutture moderne in cui si potrebbe ancora sviluppare la ricerca archeologica (in calce alla carta) e da schede analitiche dei comparti territoriali a rischio. Per fornire agli enti preposti uno strumento concreto di tutela la carta del rischio è stata integrata con il piano di fabbricazione.

La Tav. XVIII mostra un esempio della carta del rischio di Otranto, con la sovrapposizione dello strumento urbanistico vigente alla carta archeologica in cui sono riportate le strutture messe in luce nel comparto. La carta è corredata da un'accurata legenda che ne sintetizza gli elementi significativi, mentre una valutazione più ampia dei caratteri del comparto (aspetti geomorfologici, destinazione prevista, vincoli ambientali e paesaggistici, proposte per la tutela) è contenuta in apposite schede alfanumeriche.

Un'altra applicazione finalizzata alla tutela è stata realizzata per il sito di Oria (BR), in stretta collaborazione con la Soprintendenza Archeologica (D'ANDRIA, SEMERARO 1993b; MARUGGI c.s.). Anche in questo caso l'attività di ricerca e tutela, particolarmente incisiva negli ultimi anni, deve confrontarsi quotidianamente con le dinamiche di espansione dell'abitato moderno. La fattiva collaborazione fra Università e Soprintendenza ha permesso di sviluppare nell'ambito del Progetto un programma di ricerca nelle aree più esposte alla pressione edilizia e di avviare contemporaneamente un articolato piano di elaborazioni cartografiche finalizzate da un lato alla redazione della carta archeologica del sito completa di tutte le notizie di archivio - molto numerose e quasi del tutto inedite - e dall'altro alla messa a punto di uno strumento immediatamente utilizzabile nello svolgimento della quotidiana attività di tutela. Su richiesta della Soprintendenza è stata pertanto acquisita la planimetria catastale che consente di disporre del riferimento necessario per l'istruzione delle pratiche di vincolo. Tramite le procedure di rotoscalotraslazione del programma si è inoltre realizzato il confronto con il rilievo fotogrammetrico ai fini della costruzione della carta archeologica del sito. Per raggiungere questo obiettivo è stato infatti necessario utilizzare i dati di archivio relativi a vecchi scavi ubicati in riferimento alla planimetria catastale ed effettuare il riporto sulla fotogrammetria.

L'inserimento nel sistema dei dati provenienti da numerosi siti del Salento pertinenti a varie fasi cronologiche ha permesso di giungere tramite successive correzioni e verifiche ad una soluzione che consente di affrontare numerosi problemi di elaborazione dei dati sia a livello urbano (carte tematiche, carte archeologiche del rischio ecc.) che a livello di singola area di scavo (carte tipologiche, cronologiche ecc.). Nella recente applicazione realizzata sugli scavi dell'agorà di Hierapolis di Frigia sono inoltre stati affrontati i

problemi specifici posti dal rilievo di grandi complessi monumentali in cui l'elaborazione dei dati relativi ai crolli degli edifici rappresenta uno strumento fondamentale ai fini della ricostruzione architettonica degli alzati. Questa applicazione ha imposto l'integrazione della tabella dei codici archeologici tramite la definizione – attualmente in corso di elaborazione – di un lessico specifico per la descrizione degli elementi architettonici pertinenti ai grandi edifici di età imperiale che delimitano sui quattro lati la grande piazza. Una applicazione immediata è costituita dalla redazione di piante di fase dell'area, che mostrano le profonde trasformazioni riferibili alle fasi post-classiche, con l'impianto dei quartieri residenziali di età bizantina.

Per quanto riguarda la gestione dei dati alfanumerici il modulo iniziale del programma composto dalle schede di SAS (Saggio Stratigrafico), US (Unità Stratigrafica), TMA (Tabelle Materiali) (v. D'ANDRIA, SEMERARO 1993a) è stato ampliato con altri due modelli scheda: quella relativa ai singoli oggetti (RA) e quelle relative alla descrizione dei rinvenimenti non sistematici. Le nuove schede sono state facilmente integrate nel disegno generale del database alfanumerico che è basato su un'architettura di tipo relazionale (v. presentazione preliminare in SEMERARO 1993, D'ANDRIA, SEMERARO 1993a; descrizione analitica nei contributi SEMERARO, MANGIA, TAFURO, SIGNORE in *Metodologie c.s.*).

L'elaborazione delle schede relative ai rinvenimenti non sistematici è scaturita in particolare dalla necessità di memorizzare le informazioni d'archivio su vecchi rinvenimenti o a scavi non controllati stratigraficamente. Tali informazioni sono distribuite in due schede: la prima contiene i dati utili alla localizzazione e in generale le informazioni di tipo amministrativo. Corrisponde dal punto di vista logico alla scheda SAS. Da questa scheda principale dipendono, secondo il legame gerarchico che caratterizza tutto l'apparato schedografico del database alfanumerico, la o le schede dei singoli contesti, equivalenti alle schede di US. Dalle schede di contesto dipendono poi le TMA e le RA.

Tale soluzione consente di razionalizzare la gestione di informazioni esposte spesso in forma estremamente sommaria e disorganica. Si pensi ad uno dei casi più ricorrenti come il rinvenimento di un gruppo di tombe: se in fase di recupero i materiali sono stati tenuti distinti – e non raccolti confusamente insieme come spesso è avvenuto – si compilerà una scheda di contesto per ogni tomba riconosciuta, mentre i materiali verranno schedati nella relativa TMA.

Nel database grafico questi dati vengono inseriti con una simbologia diversa rispetto a quelli provenienti da ricerche recenti e controllate: spesso infatti le informazioni disponibili sono troppo generiche per consentirne un'ubicazione precisa. Il modello è particolarmente funzionale alla realizzazione di carte archeologiche complete di tutte le notizie disponibili sull'inse-diamento, ivi comprese quelle per cui vi è solo una documentazione d'archi-

vio.

L'integrazione dei moduli per la gestione dei dati grafici, alfanumerici e delle immagini consente di disporre all'interno di un unico sistema dell'insieme della documentazione di scavo. Questo rappresenta senz'altro uno degli aspetti di più immediata utilità per l'utente finale.

I percorsi di interrogazione previsti per la banca dati consentono di iniziare indipendentemente la ricerca dal database alfanumerico o dal database grafico. In questo caso, una volta visualizzata la pianta di interesse, si può accedere al database alfanumerico semplicemente azionando il *mouse* in corrispondenza dell'elemento grafico del quale si desiderano le informazioni descrittive.

La scheda contiene anche l'inventario della documentazione grafica di dettaglio (acquisita in formato raster) e delle immagini associate alla scheda che si possono richiamare nello stesso modo, posizionando il cursore sulla descrizione relativa (Fig. 2).

Dalla scheda alfanumerica è inoltre possibile accedere al database cartografico, ad esempio per visualizzare le eventuali altre piante o sezioni in cui compare l'elemento della stratigrafia su quale si sta effettuando la ricerca.

Nel caso illustrato in Fig. 2 la tomba può comparire oltre che nella

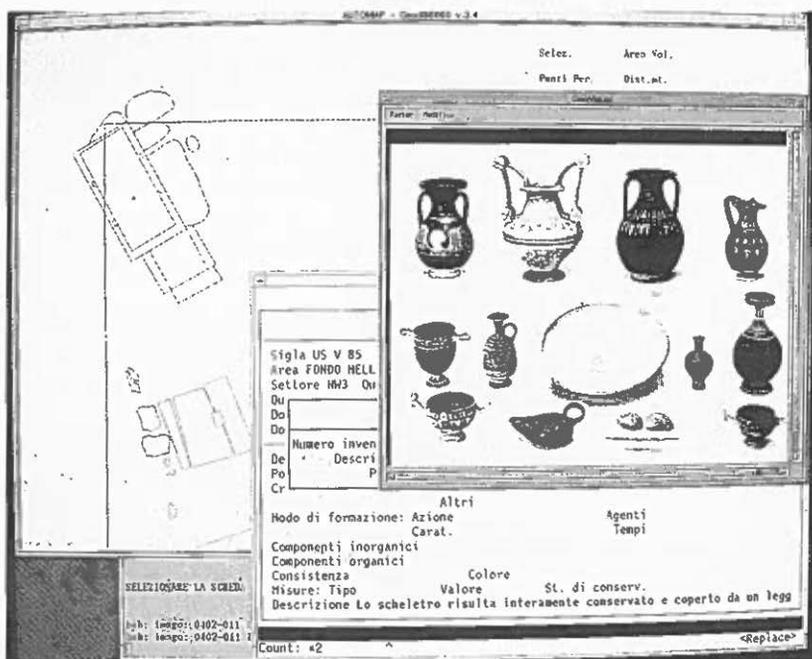


Fig. 2 - Vaste, necropoli. Esempio di interrogazione delle banche dati grafica (sullo sfondo), alfanumerica (scheda US) e immagini.

planimetria generale dello scavo, anche in una serie di piante tematiche da questa derivati: ad esempio nella pianta di fase di età ellenistica della necropoli, elaborata per studiarne la stratigrafia orizzontale, oppure in una pianta tipologica. Il sistema mantiene attivo il rilievo da cui è iniziata la ricerca, al quale è possibile ritornare in ogni momento (MANGIA c.s.).

La ricerca a partire dalla banca dati alfanumerica si avvale invece della possibilità di fruire di un pannello di interrogazione che permette all'utente di selezionare i parametri in base ai quali effettuare la ricerca.

L'interrogazione avviene selezionando da un pannello i parametri. Le risposte variano a seconda del livello più o meno generico di interrogazione. Ad esempio indicando solo la località come elemento di selezione si ottiene come risposta un elenco delle Schede di Saggio Stratigrafico che corrispondono alle aree indagate. La funzione di ricerca più semplice consiste nel selezionare una SAS e scorrere l'archivio utilizzando il legame gerarchico fra SAS, US e Tabelle materiali (TMA). Altre opzioni di ricerca riguardano la selezione di informazioni di sintesi o tabelle di riepilogo dei dati quantitativi organizzati per SAS e o per US. Si è previsto un percorso interattivo di interrogazione dell'archivio: il sistema fornisce risposte via via più dettagliate in base alle indicazioni che l'utente viene di volta in volta invitato a fornire. Il colloquio utente sistema avviene tramite appositi pannelli che dopo ogni risposta indicano all'utente le vie di interrogazione disponibili (SEMERARO c.s.).

In relazione al database alfanumerico è stato sviluppato il problema del controllo dei dati attraverso idonei vocabolari di riferimento (SEMERARO c.s. 2). Questo aspetto riveste un'ovvia importanza in un sistema automatico di gestione dei dati in quanto è sostanzialmente legato al controllo dell'informazione da elaborare e soprattutto alla corretta trasmissione delle informazioni all'utente finale. Da questo procedimento dipendono infatti le possibilità di reperimento dell'informazione ai fini delle successive analisi.

La carenza in campo archeologico di *thesauri* e vocabolari terminologici, e le note difficoltà di omogeneizzazione del linguaggio rendono particolarmente delicata la definizione dei sistemi di codifica delle informazioni. Pertanto la messa a punto di un insieme di vocabolari di riferimento per gli oggetti mobili funzionale alla schedatura razionale dei complessi di documentazione archeologica più frequentemente attestati negli scavi dell'Italia meridionale rappresenta uno degli esiti più rilevanti del progetto (CAGGIA, MELISSANO c.s.).

I vocabolari per gli oggetti sono strutturati in modo tale da associare alla parte descrittiva una rappresentazione grafica, generalmente un disegno o una foto.

Le scelte in merito alla codifica delle informazioni sono state fatte in base al piano di ricerche effettuabili sul data base. Ma l'elemento che forse ha pesato in modo determinante sulla codifica è stato l'impiego prevedibile per le analisi statistiche di tipo distributivo-spaziale. Questo fattore ha inciso sia

sulla determinazione delle voci da codificare che sui criteri in base a cui stabilire i codici, vale a dire i lemmi dei vocabolari. Essi dovevano essere infatti significativi rispetto alla possibilità di elaborare analisi sulla distribuzione dei manufatti, sulla frequenza delle forme funzionali in relazione ai contesti di provenienza. Questo aspetto appare particolarmente rilevante nell'ambito delle analisi spaziali finalizzate a definire le aree dell'insediamento dal punto di vista funzionale.

Poiché il ricorso ai vocabolari risponde ad esigenze più generalmente avvertite nel settore della catalogazione è apparso opportuno realizzare una versione 'autonoma' che utilizza le tecnologie ipertestuali, per rendere possibile la diffusione di alcuni dei vocabolari creati per il sistema di gestione dei dati di scavo anche indipendentemente da questo (FERRI c.s.).

Anche per il database alfanumerico è prevista una versione autonoma su Personal Computer attualmente in fase di avanzata realizzazione. Essa si avvale dell'interfaccia grafica disponibile nell'ultima release di ORACLE per PC (Oracle 7, form 4.5) che ne rende l'impiego senz'altro più agevole. Tale versione consente inoltre di visualizzare anche su PC le immagini associate al database alfanumerico, funzione in precedenza disponibile solo sul sistema centrale.

Il database alfanumerico possiede alcune funzioni per le elaborazioni quantitative, concentrate in particolare nelle TMA. Tali funzioni permettono di calcolare le quantità assolute e le frequenze già durante la fase di immissione perché vengono aggiornate automaticamente durante l'inserimento dei dati. Le analisi quantitative più complesse vengono realizzate grazie al sistema SAS. Questo pacchetto contiene un modello di accesso al database alfanumerico.

Un'esperienza autonoma nel campo della catalogazione ed elaborazione quantitativa è stata infine realizzata con la banca dati sulla ceramica geometrica corinzia diffusa in Italia Meridionale e Sicilia. Le informazioni provenienti dalle ricognizioni bibliografiche sono state inserite nel sistema SAS, nel quale confluiscono anche, grazie al collegamento con il database relazionale, i dati ivi memorizzati, provenienti dalle indagini sul Salento. Per l'organizzazione del materiale si è fatto riferimento ai criteri metodologici seguiti in esperienze analoghe precedentemente realizzate (SEMERARO 1990). Su questa base sono state effettuate una serie di elaborazioni statistiche, che comprendono numerose analisi di distribuzione degli oggetti di importazione. Sfruttando il modulo SAS per le i dati geografici sono state effettuate analisi di distribuzione su base regionale, che consentono di verificare la diversa incidenza dei materiali oggetto di analisi; numerosi grafici tridimensionali permettono inoltre di studiare la relazione oggetto/contesto.

Il modulo è ovviamente utilizzabile in applicazioni relative ad altre classi di oggetti.

RISULTATI CONSEGUITI

Prescindendo dagli aspetti più strettamente archeologici per restare nell'ambito della sezione tematica del Convegno, i risultati più significativi si possono indicare in:

- a) l'elaborazione di un efficace sistema di codifica delle strutture e degli elementi propri dei rilievi archeologici;
- b) la messa a punto di un insieme di vocabolari di riferimento per gli oggetti mobili funzionale alla schedatura razionale dei complessi di documentazione archeologica più frequentemente attestati negli scavi dell'Italia meridionale;
- c) l'adeguamento, tramite l'idonea personalizzazione di procedure, del programma di gestione cartografica alle esigenze della ricerca archeologica;
- d) la definizione di un modulo per l'utilizzo in sede di analisi quantitativa dei dati di scavo.

GRAZIA SEMERARO

Dipartimento Beni Culturali
Università di Lecce

BIBLIOGRAFIA

- BARATTI F. 1993-94, *Il sito archeologico di Otranto: un problema di archeologia urbana*, Tesi di Specializzazione, Scuola di Specializzazione in Archeologia, Università degli Studi di Lecce, A.A. 1993-94.
- BARATTI F. c.s., *Cartografia e computers. Dal territorio al dato di scavo*, in *Metodologie 1*.
- CAGGIA M.P., MELISSANO V. c.s., *Il sistema per la gestione dei dati scavo. Normalizzazione dei dati e vocabolari*, in *Metodologie 1*.
- D'ANDRIA F., SEMERARO G. 1993a, *Un sistema integrato per la gestione della cartografia e dei dati di scavo*, «Archeologia e Calcolatori», 4, 159-180.
- D'ANDRIA F., SEMERARO G. 1993b, *Oria. Archivio di scavo. Progetto Strategico CNR. Università di Lecce*, in G. MARUGGI (ed.), *Oria. Pagine di scavo*, Catalogo della mostra, Oria.
- D'ANDRIA F. c.s., *Otranto*, in G. NENCI, G. VALLET (edd.), *Bibliografia Topografica della Colonizzazione Greca in Occidente*, 12, Pisa-Roma.
- FERRI M. c.s., *Una proposta di ipertesto per i vocabolari archeologici*, in *Metodologie 1*.
- MANGIA C. c.s., *Il sistema per la gestione dei dati scavo. L'ambiente hardware e software*, in *Metodologie 1*.
- MARUGGI G. c.s., *L'informatica nella tutela delle emergenze archeologiche*, in *Metodologie 1*.
- Metodologie 1 c.s.*, AA.VV., *Metodologie di Catalogazione dei Beni Archeologici*, Quaderno n. 1, CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Comitato 15, Università di Lecce, Progetto Strategico n. 251100, Lecce (in corso di stampa).
- SEMERARO G. 1990, *Note sulla distribuzione delle ceramiche di importazione greca nel Salento (600-480 a.C.). Aspetti metodologici e statistici*, «Archeologia e Calcolatori 1», 111-163.
- SEMERARO G. 1993, *The excavation archive: an integrated system for the management of cartographic and alphanumeric data*, in J. ANDRESEN, T. MADSEN, I. SCOLLAR (edd.), *Computing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1992*, Aarhus, 205-211.

SEMERARO G. c.s., *Il sistema per la gestione dei dati di scavo. Aspetti metodologici*, in *Metodologie 1*.

SEMERARO G. c.s. 2, *The Management of Excavation Data: Problems and Prospects*, in S. ROSS (ed.), *The Problems and Potentials of Electronic Information for Archaeology*, Seminar, London 3-4 June 1994, (in corso di stampa).

ABSTRACT

The paper illustrates the computing section of a Strategic Project for the development of research methods applied to the study and safeguarding of the archaeological heritage of southern Italy. The project has been launched by the Italian National Research Council at the University of Lecce.

The scientific aim of the system is the management of excavation data relating to problems emerging from the study of settlements. The system is characterized by: 1. the integration between alphanumeric data, graphic data (site plans, archaeological maps) and images; 2. the applications of quantitative analysis.

The system has been tried with the immission of information from the excavation of sample sites at Otranto, Vaste and Oria (Italy) and Hierapolis (Turkey). The end result is a series of thematic and chronological maps of the settlements, which are of particular importance for centres such as Otranto which are under the continuous pressure of building development.

"Risk maps" have also been produced, which indicate areas where archaeological action is most urgent. The results form the base upon which we can construct a functional relationship between town councils, superintendencies and university so as to take the necessary steps that will avoid the sort of destruction of archaeological areas that has taken place over the last few years.