

## UN'APPLICAZIONE GIS PER IL SITO ARCHEOLOGICO DI VILLA RUFOLO A RAVELLO

### 1. INTRODUZIONE

Nel presente lavoro si descrive la realizzazione di un'applicazione GIS per lo studio, la tutela e l'archiviazione dei reperti e delle strutture del sito archeologico di Villa Rufolo a Ravello (Figg. 1, 2). La scelta del sito archeologico campione e la definizione delle informazioni e delle metodologie usate per lo studio e la gestione del sito stesso sono il risultato della collaborazione tra il Laboratorio per l'Archeologia Medievale "N. Cilento" dell'Università di Salerno e la Società Fotogrammetrica Meridionale (S.F.M. s.r.l. - Salerno).

Il progetto si è sviluppato a partire dall'analisi dei procedimenti, comuni alle due metodologie di indagine (ricognizione di superficie e scavo stratigrafico), che caratterizzano le fasi di elaborazione dei dati archeologici. L'idea propulsiva è di creare uno strumento che permetta, a partire dalla documentazione planimetrica dei singoli scavi, il collegamento dei diversi contesti alle relative unità stratigrafiche con le informazioni riferibili sia alle singole strutture sia ai materiali.



Fig. 1 – Porticato della “sala da pranzo” (Villa Rufolo - Ravello).



Fig. 2 – Area di servizio delle terme (Villa Rufolo-Ravello).

## 2. TECNICHE INNOVATIVE PER L'ARCHEOLOGIA

Ai metodi tradizionali della ricerca, che partono dal riscontro delle fonti letterarie, dallo spoglio bibliografico specifico, dalle ricerche d'archivio e proseguono con la prospezione diretta del terreno con relativa schedatura informatizzata, si è aggiunto il supporto di nuove tecniche mirate all'interpretazione del sostrato archeologico, anche mediante l'applicazione di trattamenti di miglioramento dell'immagine e l'enfatizzazione delle informazioni contenute nel dato digitale.

La realizzazione della base cartografica integrata ha reso necessario l'utilizzo di un software che permetta, a partire dalla documentazione planimetrica dei singoli scavi, il collegamento dei diversi contesti alle relative unità stratigrafiche e alle informazioni riferibili sia alle singole strutture che ai materiali.

Gli aspetti più significativi in questo senso sono rappresentati dall'esigenza di procedere tramite continue correlazioni fra dati descrittivi e dati grafici – finalizzati a perfezionare la reciproca leggibilità – e dall'esigenza di gestire i dati grafici a diverse scale di rappresentazione.

Le moderne tecniche e metodologie di rilevamento fotogrammetrico permettono la restituzione in cartografia numerica (Tav. IV, a-b), con discretizzazione di entità gestibili con procedure di modellistica solida (Figg. 3, 4),

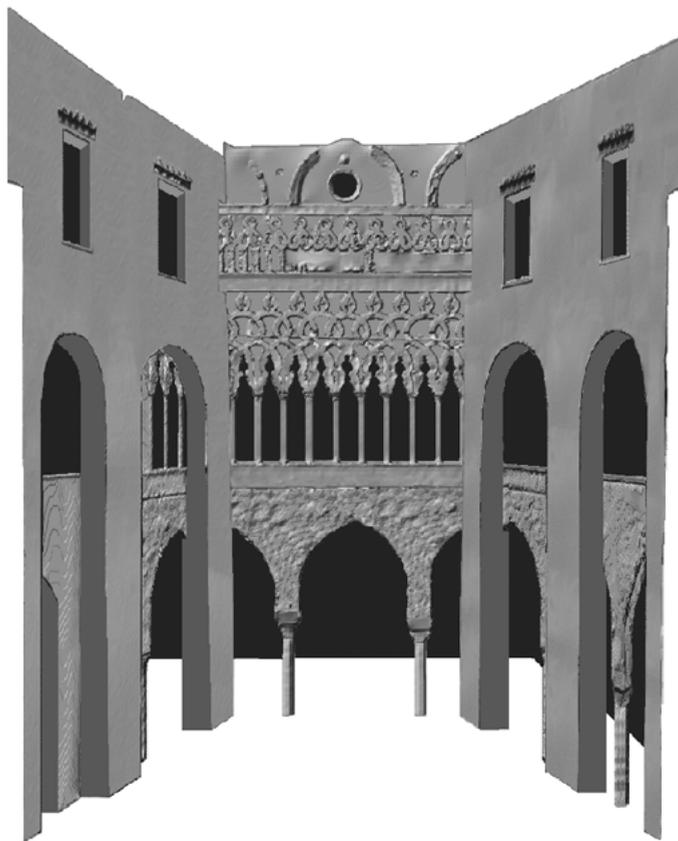


Fig. 3 – Modello 3D del porticato della sala da pranzo (Villa Rufolo, Ravello).

contribuendo così a mettere a punto ulteriori elementi di analisi spaziale e strutturale dell'oggetto. Questo può essere "prelevato" dal suo contesto e restituito in 3D dopo una serie successiva di analisi e di verifiche.

La progressiva evoluzione del trattamento, attraverso elaborazioni dei dati immagine, consente di realizzare sia fotopiani che ortoimmagini digitali (Fig. 5) gestibili da comuni software utili a successive analisi tematiche (Tav. V, a-b), autonome dal rilevatore e dal sistema di rilevamento adottato, ma scelte dai singoli utenti che possono di volta in volta decidere su specifiche analisi (materiche, strutturali, tessiturali, urbanistiche, archeologiche, ecc.), utilizzando un unico supporto su cui far convergere le diverse sintesi tematiche. Esso pone in essere standard qualitativi tecnici innovativi per il rilevamento analitico nel contesto di analisi del territorio e costituisce una base indispensabile per analisi archeologiche.

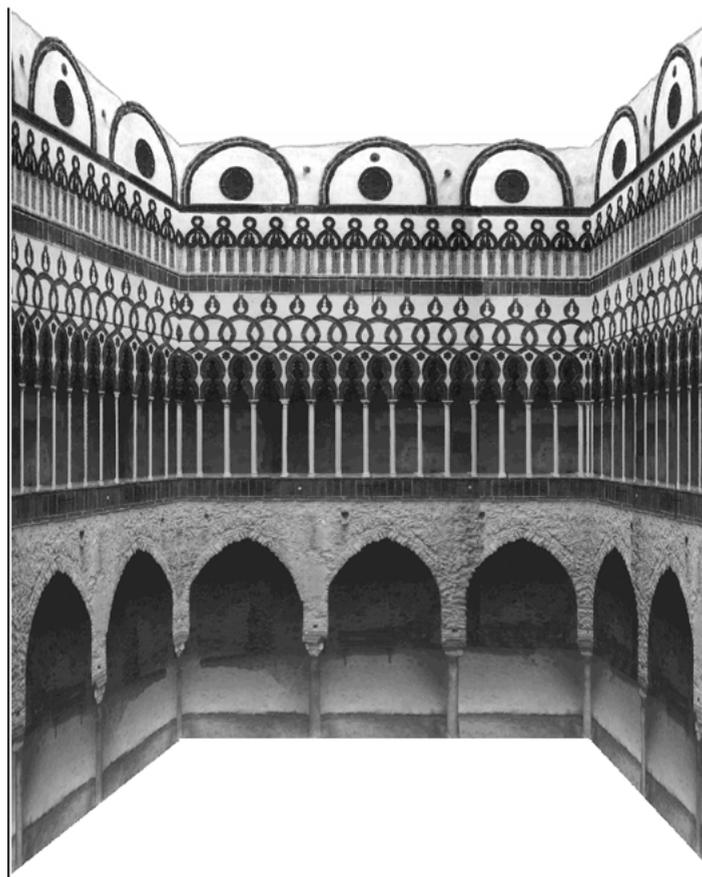


Fig. 4 – Vestizione del modello 3D tramite sovrapposizione di immagini raddrizzate sul modello stesso.

Le metodologie del rilevamento fotogrammetrico hanno subito processi di trasformazione tecnologica, che hanno determinato un'evoluzione sempre più verso il digitale. La produzione di ortoimmagini digitali metriche schiude scenari applicativi sino ad oggi impensabili (Atlanti tematici interattivi) e permette di rivalutare l'immagine come strumento di rappresentazione e documentazione qualitativa e metrica del reale. Tali elaborazioni consentono di raggiungere obiettivi innovativi quali ricostruzioni digitali dello stato attuale e dello stato preesistente con operazioni di modellazione solida, di rendering (Fig. 6) e di ricostruzione virtuale.

L'evoluzione tecnologica, che ha radicato l'utilizzo delle applicazioni informatiche, sta spostando il processo di elaborazione dalle riprese analogi-



Fig. 5 – Ortoimmagine digitale.

che a quelle digitali; in tal modo si ottengono supporti di conoscenza che consolidano un interscambio scientifico fra i vari operatori, archeologi, restauratori e studiosi, unificando i supporti conoscitivi e di analisi in un'unica documentazione.

### 3. L'IMPLEMENTAZIONE DEL GIS

L'elaborazione della cartografia digitale e la definizione del modello informatico di gestione del GIS archeologico realizzato sono state attuate partendo dalla raccolta di tutti gli elementi che possono essere utili allo studio di un sito archeologico e più precisamente:

– dati grafici, quali la cartografia archeologica a varie scale realizzata attraverso i dati elaborati secondo le precedenti linee di ricerca, i rilievi e le sezio-



Fig. 6 – Tematizzazione di un’ortoimmagine tramite sovrapposizione del modello 3D.

ni di scavo ottenuti anche con l’ausilio di procedure automatizzate (scansione, raddrizzamento, ecc.), le piante di dettaglio di singole strutture o di singoli complessi monumentali, i rilievi fotogrammetrici del vicino e del lontano;

- immagini raster, quali le riprese aeree, le foto di materiali, ecc.;
- dati alfanumerici, provenienti soprattutto dalla schedatura e catalogazione dei monumenti e dei reperti.

Uno dei nostri obiettivi è stato quello di realizzare la perfetta integrazione tra i tre tipi di informazioni, in modo tale da permettere la rilevazione dei dati di scavo attraverso il sistema delle unità stratigrafiche con i materiali relativi.

Dopo aver determinato il set di domande a cui doveva essere in grado di rispondere il GIS, sono state individuate le risorse necessarie a costituire la base di conoscenza ed è stato definito il modello dei dati che è servito per rappresentare e gestire le informazioni spaziali tra i diversi elementi, riproducendo le relazioni tra le entità del reale.

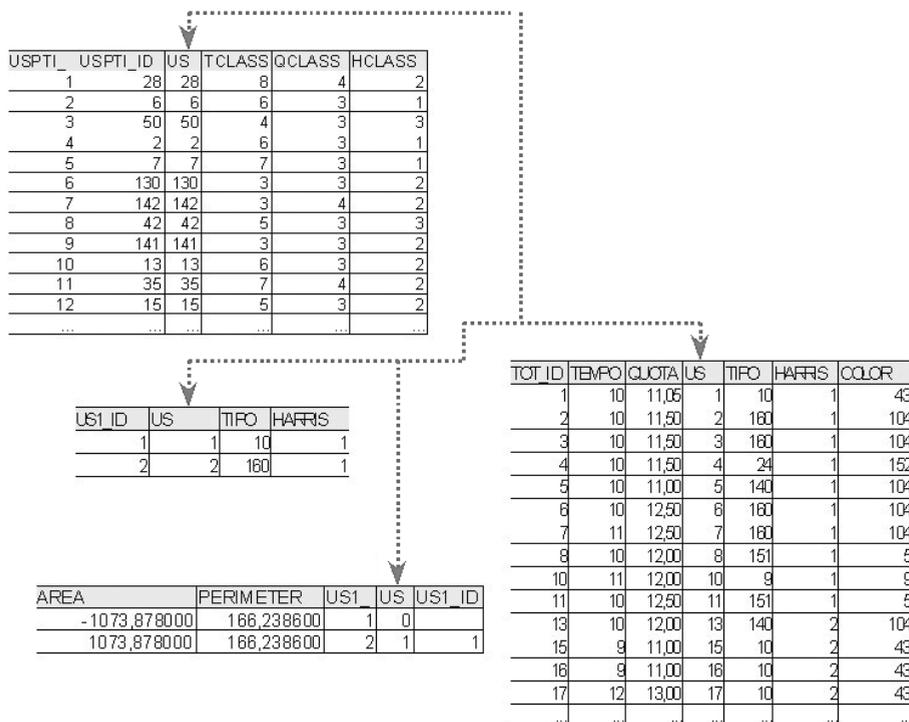


Fig. 7 – Tabelle per l’implementazione del database relazionale; esse permettono il collegamento tra entità grafica e gli attributi di ogni Unità Stratigrafica (US).

Le entità (gli oggetti) del reale sono state descritte nel modello dei dati in termini di: **posizione geografica**, **attributi**, **relazioni spaziali** e **relazioni cronologiche**. L’introduzione di queste ultime ha reso possibili analisi temporali attraverso la caratterizzazione del dato relativamente alla sua posizione nel tempo (ad esempio tramite l’analisi dei reperti di un certo tipo è stato possibile fare ipotesi sul periodo di maggiore frequentazione del sito in studio).

Nell’applicazione GIS realizzata tutte le informazioni sono state strutturate in un database relazionale, in cui i dati memorizzati in tabelle possono essere messi in relazione tramite campi comuni che permettono ricerche multiple ed incrociate.

La terza dimensione (quota) e la quarta dimensione (tempo) sono state rappresentate tramite attributi alfanumerici: si è così superato il limite dello strumento software utilizzato, che come la maggior parte dei sistemi GIS più diffusi tratta direttamente solo dati bidimensionali.

L’attributo “US” è stato utilizzato come collegamento tra elemento grafico, database geo-spaziale e database descrittivo (Fig. 7). In questo modo

ogni volta che viene interrogato l'oggetto disegnato, appaiono automaticamente sia le informazioni geometriche (area, perimetro, ecc.) sia le informazioni descrittive (codice di archiviazione dell'unità stratigrafica, numero e tipo dei reperti trovati nell'unità stratigrafica selezionata, ecc.), sia i risultati dei processi di analisi (classi di appartenenza).

All'interno del database sono stati inclusi dei campi che consentono non solo la selezione dei reperti sulla carta ma anche la modifica degli attributi cartografici come colore, dimensione e simbolo. Un'adeguata strutturazione di tale database e delle relative maschere per il data-entry rende possibile la creazione e l'archiviazione di schede compilate secondo procedure standard, permettendo una più agevole fruizione delle informazioni e rispondendo agli obiettivi di uniformità che sono il fine della catalogazione stessa.

La conoscenza del sito archeologico è stata strutturata in modo tale da permettere diverse letture ed interpretazioni. È possibile individuare ogni unità stratigrafica secondo una propria individualità grafica e logica, tale da consentire la visualizzazione combinata di vari livelli al fine di produrre mirate e sempre rinnovabili combinazioni di dati planimetrici che possano evidenziare connessioni e relazioni tra fenomeni. È inoltre possibile realizzare dei processi statistici e di classificazione sulla globalità delle unità stratigrafiche costituenti l'intero sito in studio. In ogni caso sono state preservate le informazioni topologiche e spaziali dei rapporti che intercorrono tra le unità stratigrafiche.

#### 4. OBIETTIVI RAGGIUNTI IN QUESTA PRIMA FASE

In sintesi si può affermare che oltre a gestire, integrare ed elaborare l'enorme volume di dati distribuiti spazialmente sul territorio, l'applicazione GIS sviluppata permette di creare correlazioni tra i diversi livelli informativi territoriali al fine di generare "nuove informazioni". Esse derivano sia dalle tecniche di overlapping topologico (sovrapposizione di più livelli informativi), caratteristiche dei GIS, che dalle statistiche e dalle classificazioni realizzate sui dati memorizzati nel database.

Le potenzialità di un GIS di analizzare relazioni spaziali tra gli oggetti fanno di esso più di uno strumento di gestione. La distribuzione spaziale dei reperti può essere vista ed analizzata in molti modi con un GIS; si potrà così rispondere a domande del tipo:

*Quale è la relazione tra il tipo di suolo e gli oggetti trovati?* (Tav. VI, a)

Tramite il GIS si può anche realizzare l'analisi dell'ambiente circostante (*neighbourhood*) rispondendo a domande del tipo:

*Quale è la distanza tra il reperto X ed il reperto Y ad esso più vicino?*

Un altro obiettivo raggiunto è quello di mantenere le relazioni spaziali dei non-oggetti (ad esempio cambiamenti del colore del suolo). I non-oggetti posso-

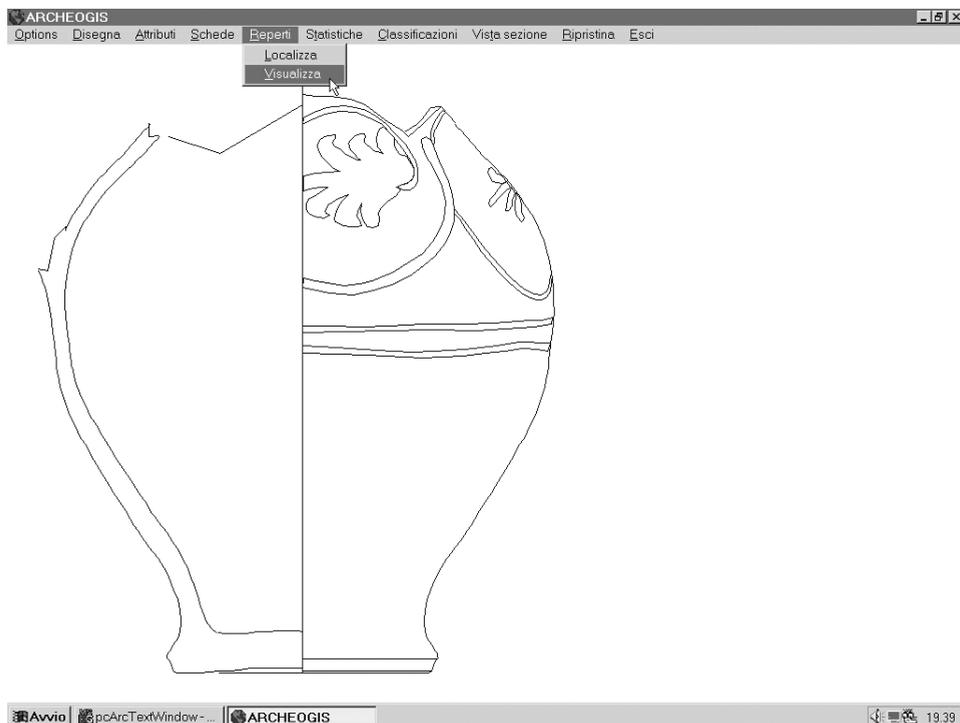


Fig. 8 – Visualizzazione del reperto ottenuta tramite puntamento del mouse sul punto in cui è stato ritrovato.

no essere combinati con gli oggetti in modo tale da identificare le relazioni spaziali, ad esempio aggiungendo agli attributi del reperto un campo descrittivo del colore del suolo in cui il reperto è stato trovato (Tav. VI, b). In altre parole, in seguito alle relazioni stabilite, il sistema può rispondere alle domande che includono per ogni oggetto la localizzazione, la datazione e altri attributi. L'utente avrà la possibilità di interrogare il sistema sulla localizzazione e sulle caratteristiche di ogni oggetto visualizzato o visualizzabile, con domande del tipo:

*Quali sono tutti gli oggetti dello strato?*  
*Mostrami l'immagine dell'oggetto Y (Fig. 8)*

Un'altra analisi che può essere realizzata è la classificazione (*Cluster Analysis*) che consiste nel riconoscimento della classe di appartenenza di un reperto (ad esempio assegnazione di un reperto ad un tipo in conseguenza agli attributi, creazione di macro-classi del tipo marmi, vetri, ceramica, ecc. in base all'attributo materiale o esecuzione di una sorta di messa in fase in base all'attributo che definisce il livello della US nella matrice di Harris del sito).

Il movimento dei modelli insediativi nella città può essere analizzato per differenti periodi di tempo per rispondere a domande del tipo:

*Dove erano le aree dedicate al culto (zone con alta concentrazione di strutture architettoniche del tipo X)?*

*Dove erano i centri commerciali (resti di strutture architettoniche del tipo Y e reperti del tipo Z)?*

Saranno poi possibili analisi dei dati spazio-temporali (analisi dei cambiamenti rispetto al tempo):

*Quale è l'infiltrazione degli oggetti tra i livelli di tempo?*

*Quali sono le percentuali dei reperti di un certo tipo (ceramica a banda rossa) nelle diverse fasi?*

Gli archeologi, analizzando le risposte del sistema ai quesiti riportati in precedenza, sono giunti a formulare le ipotesi di seguito illustrate. Gli strati localizzati testimoniano una frequentazione dell'area sin dall'epoca tardoantica, in particolare dal IV secolo, e poi di seguito fino all'alto medioevo. In relazione a tali livelli di frequentazione non sono state individuate strutture stabili dell'insediamento, tuttavia una notevole quantità di ceramica a "vetrina pesante" assicura che, tra i secoli IX e X, i monti della costa amalfitana erano abitati. La maggior parte delle ceramiche di età normanna e delle epoche successive proviene da grandi riporti relativi ai livellamenti della risistemazione tardo cinquecentesca e dei successivi adattamenti apportati da Neville Reid nella seconda metà dell'Ottocento<sup>1</sup>, mentre la ceramica a vetrina pesante è stata raccolta dagli strati che avevano conservato la loro originaria conformazione e che furono intaccati soltanto dalle successive trincee di fondazione delle costruzioni basso medievali. In generale, la ceramica a vetrina pesante costituisce lo 0,69% della ceramica rinvenuta a Ravello; essa è molto ben rappresentata attraverso una serie di frammenti sempre appartenenti a forme chiuse.

Tra il 1000 ed il 1100, la ceramica invetriata di Ravello sembra tutta di importazione, mentre di produzione regionale è sicuramente la gran parte della ceramica decorata a bande rosse. Un certo numero di frammenti di anfore a *cannellures* del tipo siciliano attesta rapporti commerciali tra l'isola e la costa amalfitana. Nella Villa Rufolo vi sono anche molti esemplari di smalti maghrebini, dei quali non si discute in questa sede, ma che attestano un intenso scambio commerciale con la costa nord africana<sup>2</sup>. Contatti con l'Iraq e la Persia sono di nuovo attestati mediante le ceramiche realizzate a

<sup>1</sup> Per le vicende legate al Reid cfr. RICHTER, ROMITO 1999.

<sup>2</sup> Sull'importazione di ceramiche islamiche in costiera amalfitana cfr. PEDUTO 1998.

stampo: si tratta di tre frammenti di invetriate in verde sia all'interno che all'esterno, con decorazione a rilievo molto marcato sotto vetrina.

Gli scavi nella Villa Rufolo permettono di delineare un quadro più ampio rispetto a quanto acquisito dalla storiografia tradizionale circa i commerci degli Amalfitani nel secolo XIII. Con tale secolo, com'è noto, la produzione di ceramica invetriata dell'Italia meridionale fa un balzo avanti; essa è ben rappresentata anche a Ravello dove sono state raccolte oltre alle ceramiche invetriate di produzione regionale un buon numero di protomaioliche della Puglia.

In base ad un'iniziale quantificazione, non ancora perfezionata, risulta che la ceramica invetriata dipinta rappresenta il 4% su 42.000 frammenti raccolti, mentre la protomaiolica raggiunge l'1% dell'intera massa. Anche se l'invetriata di Ravello non è stata ancora tutta distinta su base cronologica, appare chiaro che nella produzione delle figuline dei secoli XIII e XIV la prevalenza dell'invetriata sulla protomaiolica è netta in Italia meridionale.

#### 5. EVOLUZIONE FUTURA DELLA NOSTRA APPLICAZIONE: ESTENSIONE ALL'AMBITO TERRITORIALE

Isolato nello spazio, il sito archeologico ha un valore informativo limitato; messo a confronto con la rete insediativa evidenziando i rapporti topologici è in grado di restituire una maggiore quantità di informazioni. Le capacità dei GIS nell'analisi spaziale sono perfette a tale scopo.

Il prossimo obiettivo sarà quello di individuare delle procedure e delle tecniche organizzativo-amministrative per la canalizzazione dei dati conoscitivi relativi al patrimonio culturale, che provengono da differenti e molteplici momenti di indagine.

Il database territoriale può essere descritto e definito come l'applicazione più tradizionale del GIS. Cioè il database può essere costruito partendo da una mappa topografica 1:50000; includendo l'idrografia, la rete viaria, la topografia, ecc., e comprendendo nel database territoriale la distribuzione dei siti conosciuti e gli attributi ad essi associati (ad esempio nome del sito, tipo, periodo, ecc.) si potrà ottenere uno strumento per l'analisi e la pianificazione amministrativa. In ambito territoriale sarà quindi necessario pianificare una rete topografica di appoggio per ognuno dei siti che andrà inserito nel database; tale rete permetterà di trasformare le coordinate-oggetto dei vari monumenti e reperti in coordinate geografiche attinenti ad un unico sistema di riferimento. Seguendo questo criterio si potranno ottenere in tempo reale risposte a domande del tipo:

*Quale è la distanza, espressa in chilometri, tra il sito X ed il sito Y?*

Oltre ad assicurare l'integrazione e l'interpretazione dei diversi dati riferiti ad un unico oggetto, la banca dati dovrà analogamente consentire di operare a livelli di scala diversi per ogni manufatto o località individuati e

quindi di ottenere carte tematiche differenziate, sia per contenuti, sia per scale di rappresentazione, sia per porzione di territorio trattata.

La disposizione spaziale dei siti può essere visualizzata, interrogata ed analizzata in maniera analoga alla distribuzione dei reperti al livello di un sito. Le interrogazioni possono essere del tipo:

*Quali sono le relazioni tra il tipo di suolo ed i siti?*

In ambito territoriale le immagini da satellite e le foto aeree potrebbero essere usate, in un GIS, in congiunzione con i modelli predittivi (KVAMME 1990: tecnica usata dagli archeologi per identificare le regioni che potrebbero contenere resti non ancora scoperti, basandosi sulla localizzazione dei siti conosciuti e sulle loro variabili ambientali e sociali) per formulare procedure di campionamento che identifichino zone di particolare interesse, realizzando uno strumento utile per individuare i siti non scoperti e per abbreviare i tempi di esplorazione riducendo le aree su cui indagare in modo tale da usare le risorse a disposizione in maniera più efficiente.

Il GIS può combinare le variabili esterne (altimetria, geomorfologia, idrografia, ecc.) ed il modello di *catchment* del sito (CLARKE 1977: tecnica usata dagli archeologi per mettere in relazione il sito con il territorio circostante per determinare l'influenza di quest'ultimo sul sito stesso) per determinare l'area di influenza di un particolare sito e per generare nuovi dati (ad es. l'antica vegetazione).

Gli output del GIS territoriale saranno simili a quelli del GIS a livello del sito. Essi potranno avere molte forme, ad esempio:

- mappe di distribuzione dei reperti ceramici per differenti periodi di tempo;
- visualizzazione di tutte i siti archeologici su cui si sta operando.

Gli utenti potenziali dell'applicazione GIS saranno i ricercatori e gli amministratori dello scavo. Gli amministratori useranno l'applicazione come strumento di gestione per conoscere, ad esempio, dove i ricercatori stanno scavando e per pianificare scavi futuri anche in base all'analisi delle informazioni collezionate nel database generale (ottenuto da tutti i siti). I ricercatori potranno usare l'applicazione per analizzare i propri dati ed avere accesso al database del sito oggetto di studio.

ANGELA PEDUTO, UGO SANTORO

Società Fotogrammetrica Meridionale s.r.l.

## BIBLIOGRAFIA

- BURROUGH P.A. 1986, *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, Oxford University Press.
- CLARKE D.L. 1977, *Spatial Information in Archaeology*, in *Spatial Archaeology*, New York, Academic Press.

- DE MEO A., ESPA G., ESPA S., GABRIELLI R., RICCI U. 1994, *Impiego di un Sistema Geografico Informativo per un confronto modellistico preliminare tra due aree archeologiche sabine*, «Archeologia e Calcolatori», 7, 103-112.
- GAFFNEY V., STANEIĆ Z. 1994, *GIS and historical archeology the case of the Island of Hvar in Croatia*, «Archeologia e Calcolatori», 5, 257-167.
- HARRIS E.C. 1983, *Principi di stratigrafia archeologica*, Roma, NIS.
- KVAMME K.L. 1990, *The fundamental principles and practice of predictive archaeological modelling*, in A. VOORRIPS (ed.), *Mathematics and Information Science in Archaeology: A Flexible Framework*, Studies in Modern Archaeology, Vol. 3, Bonn, Holos-Verlag, 257-295.
- MAGUIRE D.J., GOODCHILD M.F., RHIND D.W., *Geographical Information Systems*, Vol. 1 and 2, Essex, Longman Scientific and Technical.
- PEDUTO P. 1996, *Un giardino-palazzo islamico del secolo XIII: l'artificio di Villa Rufolo a Ravello*, in «Apollo. Bollettino dei Musei Provinciali del Salernitano», XII, 57-72.
- PEDUTO P. 1998, *Adesioni islamiche in costiera amalfitana nei secoli XII-XVI*, in *Papers from the EEA Third Annual Meeting at Ravenna 1997*, II, BAR International Series 718, Oxford, 148-153.
- RICHTER D., ROMITO M. (eds.) 1999, *I profumi di Neville Reid. Uno scavo archeologico a Villa Rufolo e la vita di un inglese nella Ravello dell'Ottocento*, Catalogo della Mostra, Napoli, Electa.
- SOMMELLA P., AZZENA G., TASCIO E. 1990, *Informatica e topografia storica: cinque anni di esperienza su un secolo di tradizione*, «Archeologia e Calcolatori», 1, 211-236.

#### ABSTRACT

This paper describes a methodology for using GIS Arc/Info system as an operating tool to study excavation finds and structures on an archaeological site. The choice of the archaeological sample site (Villa Rufolo, Ravello - Italy) and the definition of information and methodologies useful to its study and management were the result of collaboration between a photogrammetry partnership (S.F.M.) and the "N. Cilento" archaeological laboratory of the University of Salerno.

The GIS architecture was developed starting from the analysis of methods common to both the research methodologies (landscape recognition and stratigraphic excavations), which define the phases of archaeological data manipulation. The main aim was to create a tool which, starting from the planimetric documentation of each excavation, could link the various environments to their related stratigraphic units through data derived both from the individual structures and from artefacts. According to Arc/Info data models, all information was arranged into a relational database. The Stratigraphic Unit (US) attribute is the link which connects the graphical elements, geographical and spatial database, and the descriptive database.

Data stored can be analysed using many criteria, and our GIS always makes it possible to display the graphic results of the analysis. Besides the management, integration and manipulation of the archaeological data assigned to the territory under investigation, with Arc/Info various data levels can be combined for the purpose of producing new types of information; this information is usually acquired by employing techniques of topic overlapping and through statistic and classification processing of all the stratigraphic units related to the site.

The next stage of our project will consist of a careful check of the results of the statistics and classification processes and the use of this model at other archaeological sites so as to exploit the GIS potential for comparing excavation data as well as the geomorphologic and geographic features of the various sites.

