

# UN CALCOLATORE DISEGNA E REGISTRA CERAMICA ANTICA: IL SISTEMA ARCOS-1 NEGLI SCAVI DI VELIA, COMUNE DI ASCEA (SALERNO) \*

## 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la possibilità di impiegare procedimenti e tecniche di lavoro assistiti da calcolatore è diventata sempre più attuale anche nei vari campi dell'archeologia (dalla preistoria alla protostoria, dall'archeologia classica all'archeologia postmedievale). Per l'Italia l'opera di P. MOSCATI 1987 e gli atti dei Convegni "Informatica e Archeologia classica" (D'ANDRIA 1987) e *Archeologia e Informatica* (1988) ne sono una testimonianza eloquente. La presente relazione vuole spiegare il Sistema COmputerizzato per l'ARcheologia ARCOS, realizzato a Karlsruhe, e descrivere le prime esperienze fatte con questa configurazione elettronica nel corso di scavi a Velia. Si parlerà e si discuterà anche delle nostre riflessioni riguardanti la registrazione computerizzata dei reperti venuti alla luce negli scavi di Velia. Prima di trattare questa problematica presentiamo brevemente altri tentativi di registrazione automatica di forme delle ceramiche.

## 2. PRIMI APPROCCI ALLA REGISTRAZIONE AUTOMATICA DI FORME DELLA CERAMICA

In occasione di scavi archeologici le ceramiche costituiscono di solito il reperto più numeroso e rappresentato: la loro importanza è grandissima non solo per la datazione, ma anche per i problemi ancora insoluti di tipo economico-archeologico e socio-archeologico. Conformemente all'importanza di questo genere di reperti negli ultimi anni sono stati intrapresi vari tentativi per registrare il materiale in modo più rapido e razionale. Oltre alla descrizione del reperto stesso è fondamentale la sua documentazione (per lo più si tratta di una documentazione grafica [disegno], ma può essere anche fotografica). In passato furono proposti vari ausili meccanici, grazie ai quali razionalizzare la produzione dei disegni (cf. per esempio ANER 1975; EICHSTAEDT 1978; KORBEL 1978; DIBBLE, CHASE 1981).

Per gli approcci di classificazione di più ampia portata (cf. KAMPPFMEYER *et al.* 1988, capitoli 2 e 3) potrebbe diventare necessario ridurre la forma dei vasi

\* Gli autori sono: cap. 1-3, 4.2-4.3, 4.4.1, 5 (W. -R. Teegen); cap. 4.4.2 (M. Schick); cap. 4.1, 6 (F. Krinzinger e W. -R. Teegen).  
Fine del manoscritto: marzo 1988.

ad una forma analizzabile con l'aiuto di un calcolatore elettronico (cf. a tale proposito anche il contributo di ZAMPERONI *et al.* 1988).

La registrazione del contorno del vaso può succedere sostanzialmente in due modi: o si registra l'intero profilo o si registra un determinato numero di punti caratteristici dei vasi. Partendo poi da questi punti caratteristici si può ricostruire la forma del vaso, derivandone vari parametri come i volumi ecc. (STECKNER, STECKNER 1986; STECKNER 1987; cf. anche STEHLI, ZIMMERMANN 1980). Numerosi progetti dei tempi passati registravano i contorni con tecniche manuali, tra le quali è da annoverarsi anche il ricalco di un disegno di profilo o di una fotografia con l'aiuto di una penna luminosa. Sull'applicazione e gli usi di penne luminose, pennarelli grafici (Pencil-Follower) ecc. vedasi la parte riguardante la storia della ricerca nella tesi del dottorato di ricerca (PhD-Tesis) di P. L. Main (MAIN 1981, 15 segg.). Questi procedimenti sono in parte molto dispendiosi ed hanno frequentemente costretto a limitarsi a piccole quantità di oggetti da studiare o alla riduzione delle caratteristiche analizzate e riguardanti la forma. Le macchine per ridisegnare (pantografi con la diottra: sistema Eichstaedt; cf. EICHSTAEDT 1978), dotate di un digitalizzatore che rileva le coordinate, trasmettendole poi ad un calcolatore elettronico (per esempio un PC) potrebbero rappresentare un compromesso fra il disegno convenzionale dei reperti ed i procedimenti computerizzati. A causa dell'azionamento manuale in tutti questi procedimenti abbiamo il cosiddetto "jitter" quando si vuole rilevare il profilo dell'oggetto in questione. Questo "tremore" può essere fonte di notevoli irregolarità e divergenze nell'elaborazione delle curve di profilo (p. es. riduzione dei dati).

Grazie ai procedimenti automatizzati che si servono di apparecchi video, o di scanner e/o di tecniche al laser la registrazione può essere eseguita in modo molto più preciso, completo e rapido.

### 2.1. *Le tecniche video*

J. E. Doran e F. R. Hodson pensavano già all'uso di tecniche video nella loro opera classica *Mathematics and Computers in Archaeology* (DORAN, HODSON 1975: capitolo "banche di dati"). In quell'occasione gli autori delinearono la direzione che avrebbe potuto prendere l'evoluzione futura ed i compiti che deve adempiere un sistema di videocalcolatori elettronici: « A possible future development is the computer-controlled recognising, measuring and describing it. (. . .) While such work will have no impact on archaeology in the near future, it can potentially render fully automatic the description of artifacts and is therefore of considerable long term potential. » (DORAN, HODSON 1975, 325). A soli dieci anni dalla pubblicazione del loro libro queste idee allora teoriche sono adesso già state realizzate in un sistema — l'ARCOS —, che può essere applica-

to praticamente nelle campagne di scavo archeologiche (si veda di seguito).

Al Congresso "Computer Applications in Archaeology (CAA)" di Birmingham, 1976, L. BIEK (1976, 72) propose l'uso di tecniche video per la documentazione degli oggetti, nonché la successiva analisi dei dati. Nella sua relazione al Congresso CAA del 1986 Biek presentò la possibilità di riprodurre un'impressione tridimensionale di un oggetto, servendosi di un solo apparecchio video, tramite la veloce sovrapposizione di due immagini un po' spostate del suddetto oggetto (BIEK, non pubblicato).

Nel "Research Centre for Computer Archaeology" del North Staffordshire Polytechnic (Stafford) J. D. Wilcock, direttore del Centro, ed i suoi collaboratori si sono serviti di un sistema assai simile al principio di registrazione ARCOS (vedi di seguito). Nell'ambito della comunità di lavoro Microcomputer al 22° Simposio Internazionale di Archeometria (Bradford 1982) J. D. Wilcock e T. Coombes presentarono un'interfaccia per videocamera con il cui aiuto si possono registrare oggetti archeologici, trasferendoli poi in un microcomputer (WILCOCK, COOMBES 1982; cf. anche RICHARDS, RYAN 1985, 57, 142). Anche P. Howard ha sviluppato e descritto un'interfaccia simile, adatta a microcomputer (HOWARD 1982).

Wilcock e Coombes presentarono il loro progetto di un sistema di video-computer per la registrazione delle forme delle ceramiche al Congresso CAA 1985 di Londra (WILCOCK, COOMBES 1986). Un primo tentativo di realizzazione comprendeva le seguenti componenti: l'aggettivo veniva registrato con una videocamera, il segnale era digitalizzato in un convertitore analogico-digitale e trasferito in un microcomputer. Qui si verificava l'elaborazione dell'immagine. L'uscita avveniva mediante un monitor ed una stampante a matrice (per "Hardcopies"). I compiti che deve assolvere questa macchina corrispondono in complesso a quelli dell'ARCOS (vedi di seguito). Nella loro conclusione gli autori sottolineano l'utilità di un tale sistema, prevedendo che in futuro la memoria a disco ottico sarà l'ideale memoria di massa per gli archivi archeologici (WILCOCK, COOMBES 1986, 151).

Il procedimento ARCOS, elaborato negli anni dal 1981 al 1987, viene descritto al paragrafo 3 (per la storia degli studi del progetto cf. KAMPPFMEYER 1986a, parte I). Recentemente, A. GOTTARELLI (1987) ha presentato altre possibilità di applicazione delle videotecniche nell'archeologia. Per il futuro si potrebbe pensare anche all'applicazione del cosiddetto "video interattivo" come si usa attualmente nel settore educativo.

## *2.2. Lettura al laser*

Alcuni anni fa a Berlino venne costruito l'EPROGRAPH 2: la macchina lavora senza contatto, facendo scorrere automaticamente lungo il coccio una testi-

na di lettura al laser. Questo sistema è idoneo soltanto per cocci o vasi di piccole dimensioni, lavora in modo relativamente lento, ma molto preciso. Grazie ad un'interfaccia V 24 standardizzata può essere inserito in diversi calcolatori, per esempio anche nell'ARCOS (KAMPFFMEYER 1984).

Nell'Arabia Saudita opera un sistema comprendente la lettura al laser, il rilievo ed il disegno manuale del contorno (AHMED 1983), con il quale possono essere registrati degli oggetti alti fino a due metri. Il disegno di un vaso riprodotto nel lavoro suddetto non è però ancora del tutto convincente (AHMED 1983, 237).

Attualmente in Giappone si sta lavorando ad un apparecchio di lettura al laser che dovrebbe essere utilizzato anche per la produzione di disegni, per l'acquisizione di dati e per la classificazione della forma di vasi e di cocci (com. pers. del prof. G. Smolla, Francoforte). Il disegno d'uscita è ancora lontano dagli standard soliti nella documentazione archeologica; si può tuttavia contare su di un sistema utilizzabile in un prossimo futuro.

### 2.3 *Uso degli SCANNER*

Nella letteratura archeologica computerizzata si è preso in considerazione, e in parte anche realizzato, l'uso di scanner: L. Biek nel 1974 propose l'impiego di scanner microdensitometri per digitalizzare le radiografie archeologiche e le loro successive ed ulteriori elaborazioni nel computer, per ottenere in tal modo non solo un disegno dell'oggetto, ma anche dei reperti paralleli all'oggetto in questione, provenienti da una banca dati collegata al calcolatore di registrazione (BIEK 1974, 59; 62 seg.).

I. Scollar si serve di un'Optronics scanner per digitalizzare fotografie aeree che vengono poi elaborate ed analizzate in un elaboratore elettronico DEC-PDP-11 (cf. p. es. SCOLLAR *et al.* 1977, 116 pl. 7; SCOLLAR *et al.* 1986).

Con la tecnologia dello scanner oggi è possibile e relativamente semplice digitalizzare delle tavole con disegni di vasi, elaborandole poi nel calcolatore. La velocità di lavoro è un po' più lenta, ma a seconda della macchina la risoluzione dovrebbe essere superiore a quella di una videoregistrazione. A causa della rapida evoluzione della microelettronica oggi i procedimenti di questo tipo sono utilizzabili anche in collegamento con dei personal computer moderni (PC) o dei WORKSTATION computers, p. es. IBM-AT e calcolatori compatibili, sistema IBM PS/2, Apple-Macintosh II ecc. L'uso di "software" CAD (Computer aided design) compatibile con un PC apre numerosi campi di applicazione di nuova portata (D'ANDRIA 1987; MOSCATI 1987; *Archeologia e Informatica* 1988). La ricerca archeologica finora si è servita poco di questa e di altre possibilità di applicazione tecnica. Occorrono altre ricerche basilari per poter dare alle tecniche già note una forma adatta all'archeologia e per poter trovare ulteriori possibilità di applicazione.

### 3. IL PROGRAMMA ARCOS

Il sistema computerizzato per l'Archeologia ARCOS consiste di due componenti: una configurazione mobile di registrazione (ARCOS-1) e un elaboratore di analisi stazionario (ARCOS-2). Questo sistema è stato studiato e realizzato fra il 1981 e il 1987 a Karlsruhe presso il Fraunhofer Institut für Informations— und Datenverarbeitung (IITB) e il Büro für Archäologie und Informatik in den Kulturwissenschaften (BAIK). Il progetto è stato sponsorizzato dalla Stiftung Volkswagenwerk nel quadro del suo programma di archeometria (KAMPPFMEYER 1984; 1986a-b; LÜBERT, KAMPPFMEYER 1988). La figura 1 dà informazioni sui dati tecnici più importanti di tutto questo sistema. Le due componenti del sistema possono comunicare tra di loro in linea (interfaccia V 24 o coll'interfaccia all'alta velocità SCSI) o fuori linea (tramite: "floppy disk", disco ottico o nastro video; cf. Fig. 1).

#### 3.1. *Il sistema di acquisizione ARCOS-1*

Il « Gerät zur automatischen bildhaften Erfassung der Form von Keramik » (l'apparecchio per la registrazione automatica dell'immagine delle forme ceramiche) (ARCOS-1) è un posto di lavoro con il computer, mobile e autonomo in quanto al luogo, per registrare, misurare, elaborare, disegnare e memorizzare automaticamente i contorni, le figure ed i dati di cocci e di vasi (KAMPPFMEYER 1986a, parte II, 10-15).

L'ARCOS-1 esegue i seguenti lavori:

- Registrazione dell'immagine del coccio o del vaso o dei loro contorni tramite una videocamera, con successiva elaborazione nel calcolatore collegato.
- Determinazione automatica della scala e dei valori misurati su dei punti precisamente definiti estratti dalla videoimmagine.
- Possibilità interattive di elaborazione supplementare al monitor.
- Uscita dei cocci/vasi elaborati in forma di disegno etichettato e ricostruito in una scala a libera scelta su un plotter.
- Registrazione tramite "dialogo" delle caratteristiche descrittive su un modulo che può essere realizzato dal ricercatore stesso.
- Stampa automatica di etichette su cui si può scrivere e uscita di cataloghi numerici sulla base dei dati acquisiti.
- Tutti i programmi sono a basso tasso di errore e sono inseriti nella macchina sotto forma di elementi di memoria, di modo che non sono cancellabili.
- Uso semplice e sicuro grazie all'impiego "dialogato" di una tavoletta grafica

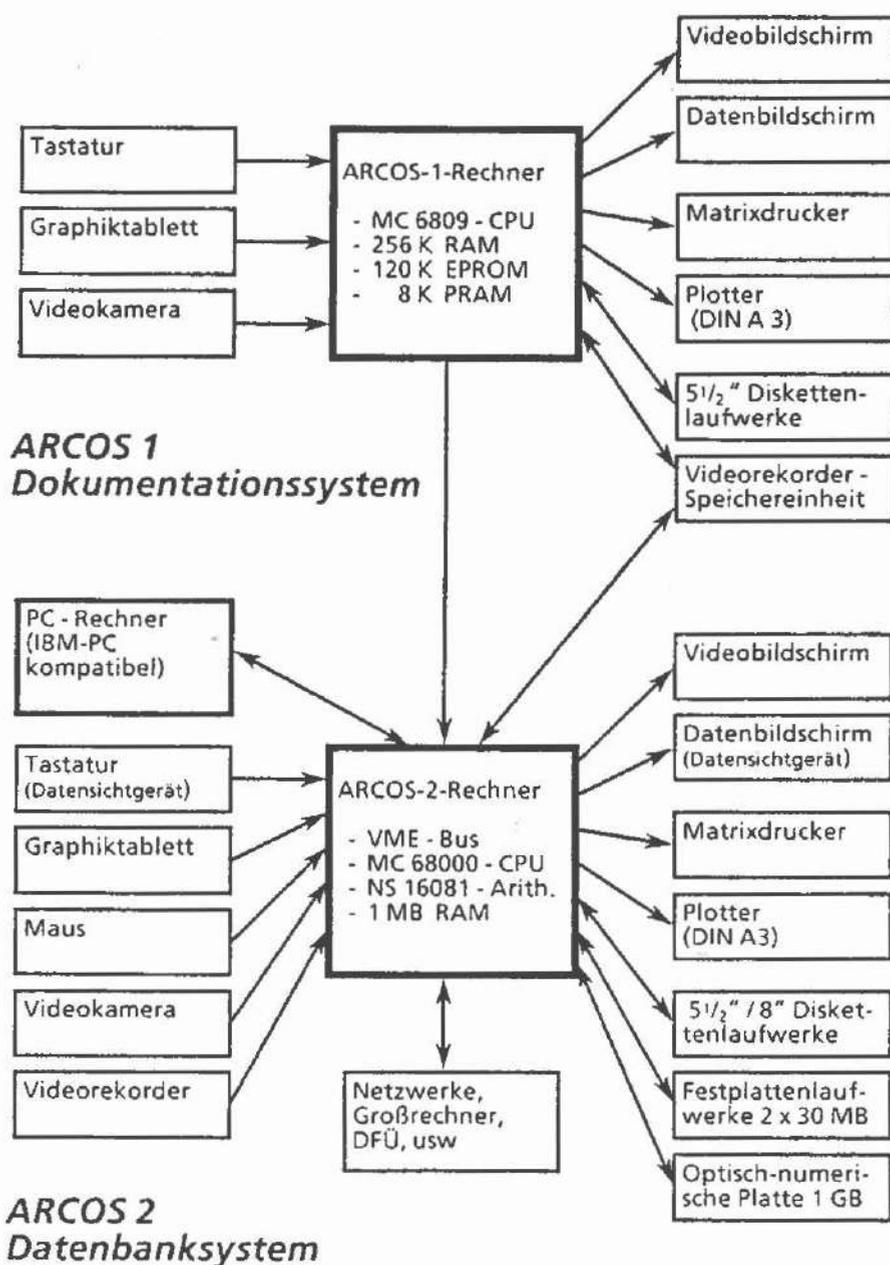


Fig. 1 — Schema della configurazione del Sistema Computerizzato per l'Archeologia ARCOS: ARCOS-1 (sistema di documentazione) e ARCOS-2 (sistema per banca dati).

per il comando del sistema, l'elaborazione grafica e l'acquisizione dei dati.

- Memorizzazione comune delle immagini, dei contorni e dei dati su un medium (disco ottico o un'unità di memoria del videorecorder).

La macchina è costituita dal computer vero e proprio con due "drive" per "floppy disk 3.5" e un'unità di memoria ottica o un'unità di memoria di video-registrazione (che però non fu portato a Velia), il piano di misura con la piattaforma girevole posizionabile, l'illuminazione e una videocamera CCD che lavora con il sistema digitale e può essere spostata lungo una rotaia sul piano di scorrimento. Su un tavolo standard sono disposti due monitor e una tavoletta grafica. Il plotter e la stampante si trovano su di un altro tavolo (Figg. 2-4; 6).

I dati e le immagini acquisiti possono venir analizzati ed elaborati con l'elaboratore ARCOS-2 o un altro computer (si veda di seguito).

L'ARCOS-1 non è solo un elaboratore di disegni, con il quale si possono produrre interattivamente dei disegni di ceramiche (Figg. 5; 8-9), ma serve al tempo stesso alla acquisizione automatica dei valori misurati estratti dalla videoimmagine ed alla registrazione generale delle caratteristiche. Questo sistema ed il suo modo di funzionare sono spiegati dettagliatamente nell'opera del KAMPFMEYER (1986a).

Nella progettazione di questo sistema di computerizzazione si è rivolta particolare attenzione alla registrazione fedele alla scala degli oggetti interessati, cosicché nei vasi di media grandezza l'errore derivante dalle deformazioni ottiche e la rappresentazione prospettica centrale poteva esser ridotto a circa 1 mm. Un risultato di tal genere è ottenuto mediante l'impiego di un piano di misura molto preciso con punti di arresto per la telecamera, prestabiliti e noti al calcolatore, e l'uso di un obiettivo a spostamento (obiettivo shift) che permette l'esatta correzione calcolata dell'immagine. L'ARCOS è in grado di registrare in un'unica fase di lavoro vasi di un'altezza fino a 60 cm e di un diametro massimo di 50 cm.

Il funzionamento della macchina è molto semplice e sicurissimo. Soltanto all'inizio dell'operazione di analisi è necessario usare la tastiera per immettere i nomi degli attributi della tipologia delle caratteristiche. Per il resto il sistema viene operato interattivamente "colloquiando" solo con la tavoletta grafica. Gli unici interruttori di cui bisogna servirsi sono quelli per accendere o spegnere la macchina. L'impiego non richiede alcuna conoscenza del lavoro con un computer.

### *3.2 L'elaboratore elettronico ARCOS-2*

L'ARCOS-2 dispone di un elaboratore più grande espandibile in quanto ai moduli (Fig. 1) ed è concepito per più posti di lavoro. Si basa su un sistema standard di "bus" (bus VME) che permette di espandere il sistema, sostituendo

### ARCOS 1 - Configuration

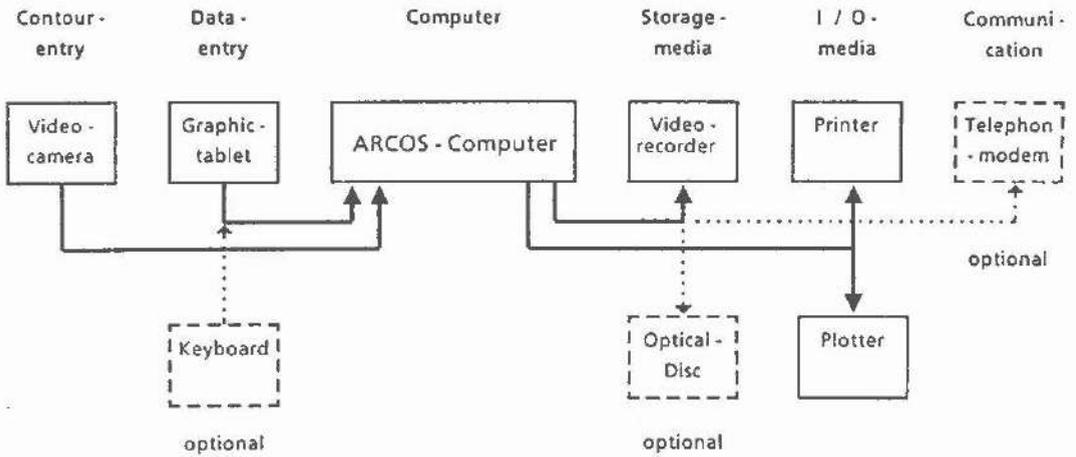


Fig. 2 — Schema della configurazione dell'ARCOS-I (sistema di documentazione).

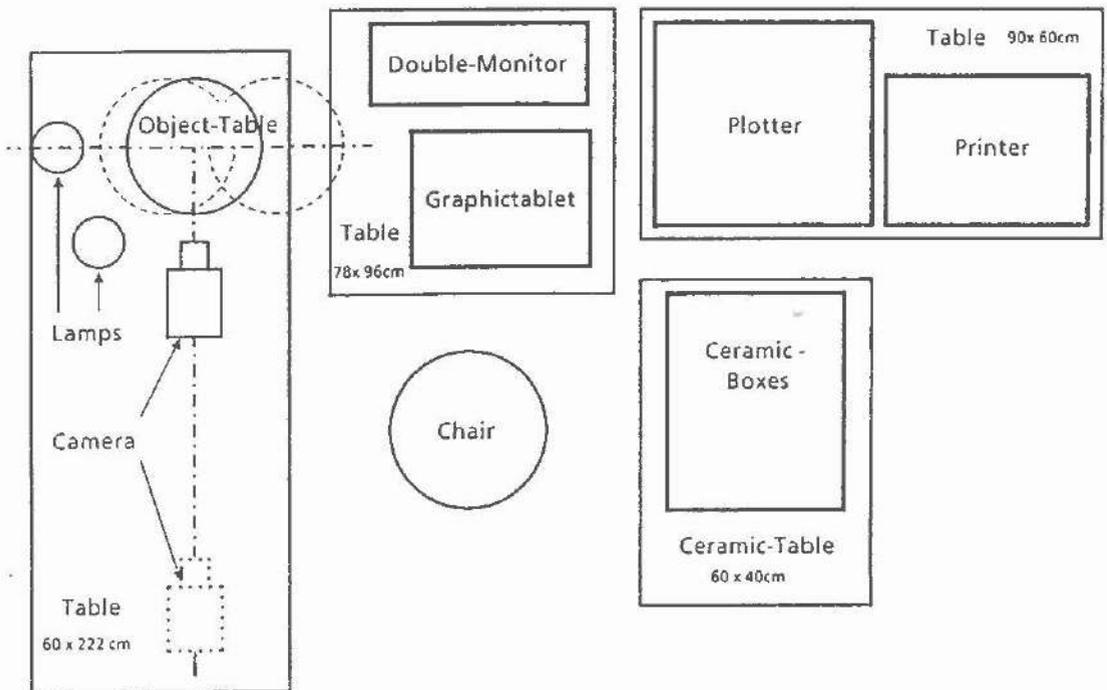


Fig. 3 — Schema del posto di lavoro dell'ARCOS-I e dello spazio richiesto.

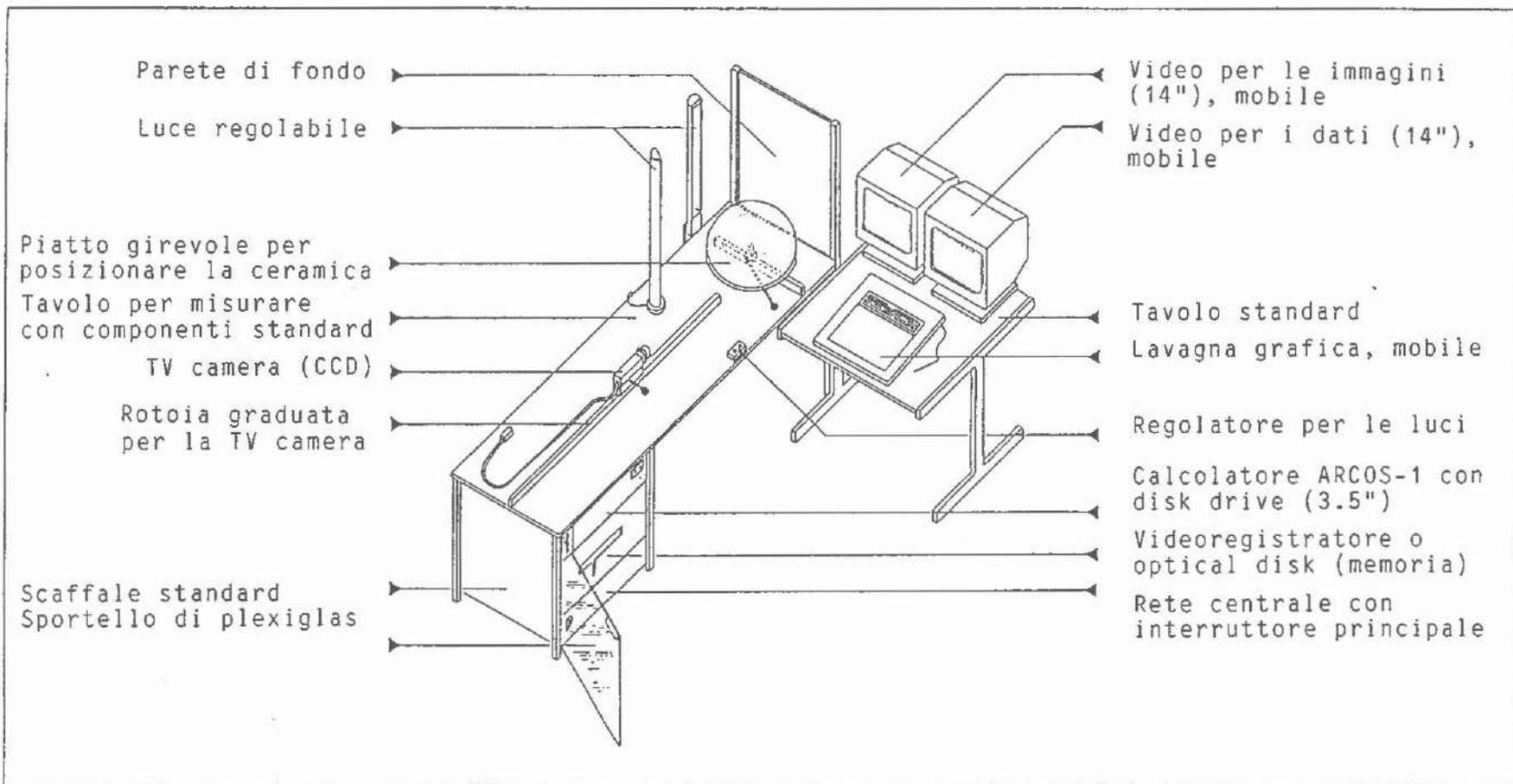


Fig. 4 — Schema del posto di lavoro dell'ARCOS-1 con piano di misura (telecamera e piattaforma girevole), piano di lavoro (lavagna grafica, 2 teleschermi), calcolatore ARCOS-1, stampante ed apparecchio per eseguire disegni automaticamente (plotter).

semplicemente i singoli elementi dell'elaboratore con altri di tecnica più moderna, senza che si debba sostituire tutta la macchina. Questa possibilità rende ampiamente autonoma ed indipendente la configurazione ARCOS-2, sia rispetto ai singoli produttori di elaboratori sia rispetto agli sviluppi futuri dei computer in generale (KAMPFFMEYER 1986a, parte II, 84-93).

L'ARCOS-2 esegue i seguenti lavori:

1. Le informazioni ottenute con il sistema di acquisizione ARCOS-1 vengono amministrare ed elaborate dall'elaboratore analizzante ARCOS-2. È tuttavia possibile collegare anche dei PC tradizionali per immettere i dati. Le informazioni sulle caratteristiche così rilevate possono essere stampate come catalogo, oppure trasferite nell'elaborazione di testi, o analizzate statisticamente, o schedate in conformità alle coordinate registrate (sia in piano sia in profili, p. es. artificiali). In tal modo si sostiene già una parte delle applicazioni Computer aided publishing (CAP; si veda più avanti).
2. Oltre all'amministrazione delle informazioni (dati ed immagini) acquisiti con l'ARCOS-1 la banca di dati per più utenti, installata nell'ARCOS-2, dovrà assumersi anche le amministrazioni archeologiche. Come mezzo di archiviazione servono gli optical disks della tecnologia WORM (Write once read many) da 2 Gigabyte capacità sui quali l'utente stesso può scrivere con la tecnologia al laser. Le strutture della banca di dati usate sono descritte minuziosamente in altra sede (KAMPFFMEYER 1986a, parte II, 94-109; KAMPFFMEYER 1986e).
3. Sull'ARCOS-2 verranno in futuro implementati anche i programmi di classificazione descritti nella relazione di P. ZAMPERONI *et al.* 1988.
4. Nell'elaboratore sarà inoltre introdotta tutta una serie di programmi di servizio riguardanti la banca dati, l'amministrazione (p. es. programmi di regolamento dei conti e di contabilità), l'elaborazione grafica dei dati, i linguaggi di programmazione superiori, la comunicazione, l'elaborazione di testi, il CAP ed il DTP o degli impieghi speciali (KAMPFFMEYER 1986a, parte II, 91-92).

### 3.3 Possibilità di uso

Il sistema ARCOS può espletare l'intera registrazione e documentazione di reperti ceramici in occasione di campagne di scavo o di inventariazione. Nella fase di registrazione il metodo unificato ed uniforme di rilevamento garantisce che tutte le informazioni vengano registrate in qualità e completezza regolare. Diversi complessi di materiale immagazzinati con l'ARCOS possono essere messi a confronto, grazie al procedimento standardizzato di documentazione. Tutte le informazioni rilevate sono memorizzate e restano a disposizione per una futura elaborazione ed analisi. Senza dover procedere ad una nuova registrazione,

sono immediatamente realizzabili vari compiti come per esempio: redazione di elenchi di reperti, cataloghi di scavi, schedature di reperti, disegni di ceramiche, calcoli statistici e amministrazione delle informazioni di una banca di dati. I dati sui contorni possono essere utilizzati direttamente per classificare le forme (ZAMPERONI *et al.* 1988).

### *3.4 Computer aided publishing con il sistema ARCOS*

Per pubblicare grandi quantità di dati, come è la regola per i materiali archeologici, oggi si offre l'uso di procedimenti di pubblicazione con l'ausilio dell'elaboratore elettronico (Computer aided publishing - CAP), soprattutto se il materiale è stato registrato con l'aiuto appunto del computer. Si possono però usare per la pubblicazione (TEEGEN *et al.* 1988) anche i dati di tutti gli altri documenti redatti con l'assistenza dell'ARCOS-2 o di elaboratori simili.

Le informazioni acquisite numericamente con l'ARCOS-1 possono essere convertite in descrizioni formalizzate, con l'aiuto di programmi adatti, servendosi dell'elaboratore ARCOS-2. Un modo di procedere di tal genere non è certo nuovo nell'archeologia. In questa maniera sono stati per esempio compilati i testi del catalogo per la pubblicazione dei reperti tardo-celtici di Basilea-Gasfabrik (FURGER-GUNTI, BERGER 1980). Analogamente si procede nell'elaborazione del cimitero di epoca merovingica di Echstetten (Baden-Württemberg) (SASSE 1986). Il contenuto di informazioni è identico in entrambe le forme di catalogo. Il catalogo numerico è probabilmente accessibile in modo più chiaro e più rapido, quello alfanumerico invece è forse subito leggibile, senza bisogno di impratichirsi prima.

I dati archeologici con il sistema ARCOS possono essere usati direttamente per la pubblicazione (TEEGEN 1985). A questo proposito si offrono varie possibilità: 1. Lo stampato del catalogo viene usato direttamente come testo per la stampa; 2. Il catalogo memorizzato sulle memorie può essere trasferito direttamente su un dispositivo per la stampa e ivi impressionato; 3. elaborato con delle tecniche del Desk Top Publishing (DTP) (p. es. con l'ARCOS-2) ed edito con un sistema di stampa al laser oppure 4. come microfiche mediante una tecnica COM.

I disegni realizzati con l'ARCOS possono essere stampati in quasi tutte le scale desiderate, in qualsiasi numero di copie ed essere usati come testo per la pubblicazione. La qualità corrisponde a quella di originali di materiale. In linea di massima lo stesso è valido per le videoimmagini che mediante procedimenti adatti al caso (p. es. con un image-printer) possono essere realizzate come testo di stampa. In futuro per i due tipi di documentazione per immagini dovrebbe essere possibile anche la realizzazione di testi elettronici per la stampa.

### 3.5 - Ricerche e studi di sperimentazione

Il sistema ARCOS-1 (prototipo e tipo della serie piccola) finora è stato usato nei seguenti musei e scavi: Saalburg-Museum (primavera 1984; KAMPPFMEYER 1985a), scavi nel vicus romano di Bad Wimpfen im Tal (autunno 1984) e nel Landesdenkmalamt del Baden-Württemberg (inverno 1984; KAMPPFMEYER, PIETSCH 1985), nel Landesamt für Denkmalpflege di Magonza (autunno 1985; KAMPPFMEYER *et al.* 1986; WITTEYER 1986), nel Römisch-Germanischen Museum della città di Colonia (primavera 1986, non pubblicato; Fig. 5), nonché nello scavo di Velia (primavera 1987: cf. paragrafo 4).

Dall'estate del 1987 la configurazione completa del sistema ARCOS (calcolatore di acquisizione ed elaborazione analitico) è installata nel Landesamt für Denkmalpflege di Magonza. Essa serve alla registrazione ed all'elaborazione delle ceramiche, per lo più romane, che vengono ritrovate nei numerosi scavi della Soprintendenza archeologia di Magonza.

L'ARCOS-2 serve adesso per l'amministrazione e l'archiviazione di tutti i documenti (archeologici ed amministrativi) della Soprintendenza. Lì continua lo sviluppo di nuovi programmi per scopi speciali ed analitici.

L'unità di acquisizione ARCOS-1 è stata recentemente data in prestito all'Università Libera (FU) di Berlino ovest, dove serve alla registrazione di una parte delle ceramiche dell'antica Siria trovate nel corso degli scavi di Tell Sheikh Hamad (Siria), condotti da Berlino ovest.

## 4. L'IMPIEGO DI ARCOS-1 NEGLI SCAVI DI VELIA

### 4.1 Osservazioni generali concernenti questo test

Il sistema ARCOS-1 è stato impiegato in prova nel periodo dal maggio al 5 giugno 1987 negli scavi dell'Università di Innsbruck ad Elea/Velia, Comune di Marina di Ascea, Prov. di Salerno.

È stato installato in una piccola chiesa romanica con arredamento barocco, situata sull'acropoli.

La configurazione ARCOS venne disposta a fianco della porta d'ingresso in vetro, nella parte più scura dell'interno (Fig. 6). L'illuminazione nella chiesa influiva sull'illuminazione degli oggetti. Il vetro della porta venne ricoperto di carta per impedire l'entrata della luce, dato che soprattutto di pomeriggio il sole colpiva direttamente la porta.

Nell'ambito della campagna di scavi (direttore degli scavi F. Krinzinger) i lavori di documentazione sono stati eseguiti particolarmente da M. Schick e W. -R. Teegen, con la collaborazione di B. Otto (studiosa addetta alle ceramiche). W. -R. Teegen era incaricato dal BAIK, per l'assistenza concernente le

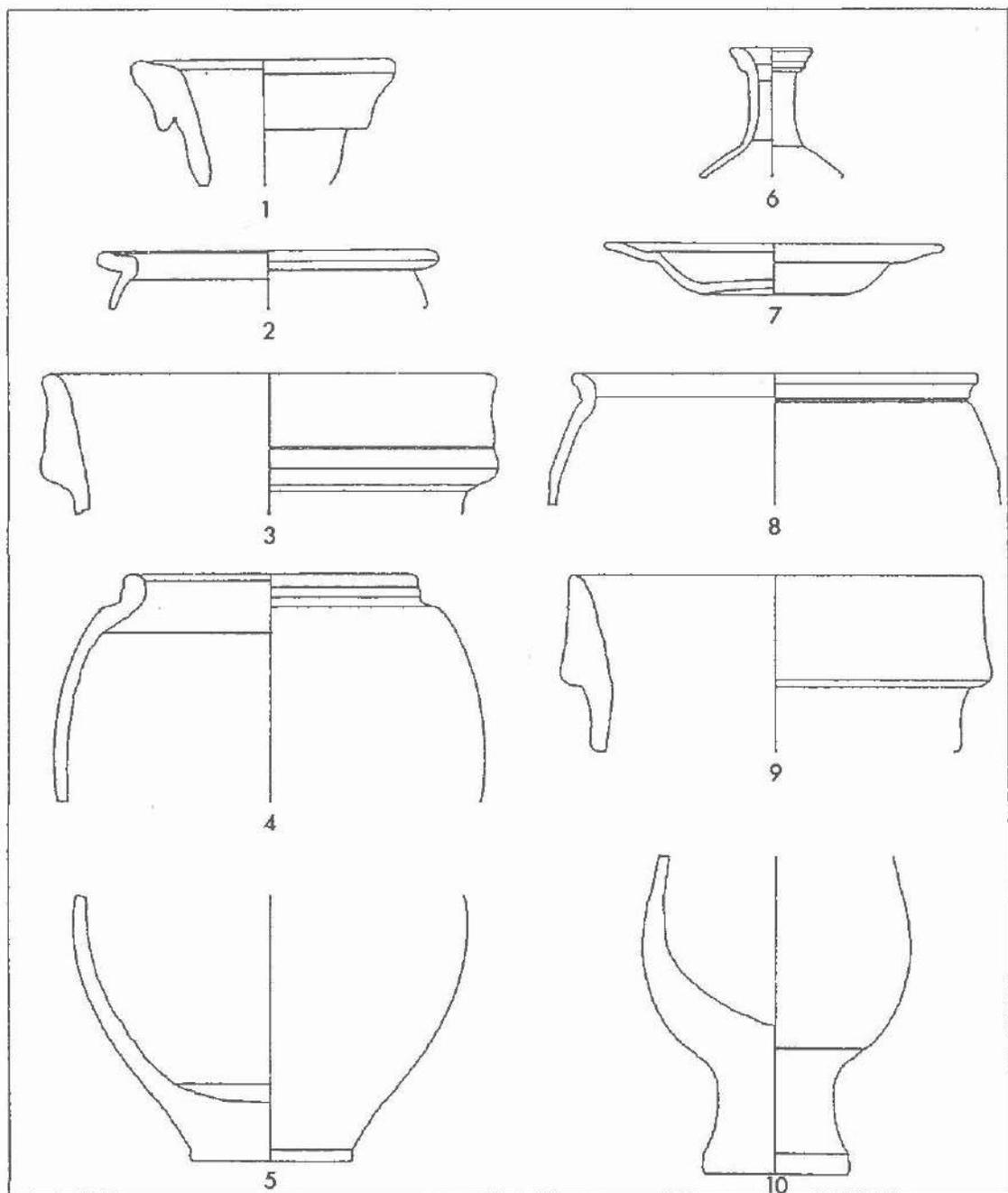


Fig. 5 — Disegni di vasi eseguiti in diverse scale col sistema ARCOS-1. Ceramica romana dell'età imperiale (1-6, 8-10) e rinascimentale (7) dagli scavi di Colonia (RFT), Friesen-viertel, 1986.



Fig. 6 — L'ARCOS-1 nel deposito dello scavo a Velia.

macchine; M. Schick era uno studente che collaborava. Sono stati registrati cocci del periodo classico, dell'età ellenistica e dell'epoca romana, dunque dalla fine del VI secolo a.C. al II/III secolo d.C. (Figg. 8-9). Gli oggetti provengono dagli scavi delle terme nel Vignale (1984; 1986), dallo scavo attuale nel criptoportico/insula II (1987), nonché dallo scavo nel Vignale del 1986 (per la localizzazione cf. KRINZINGER 1986; 1987).

Per la registrazione delle caratteristiche venne realizzata una loro dettagliata tipologia. I presupposti professionali specializzati per la registrazione delle suddette caratteristiche vennero elaborati in comune da F. Krinzinger, B. Otto, W.-R. Teegen e M. Schick. Si veda a questo proposito il paragrafo 5.

#### 4.2. *Metodi di lavoro*

Nel "menu" principale che si vede sul monitor dei dati (a destra) dell'ARCOS-1, si chiede all'utente quale funzione è desiderata: 1 definizione delle caratteristiche, 2 elaborazione delle immagini, 3 elaborazione delle immagini e successiva registrazione delle caratteristiche, 4 registrazione delle ca-

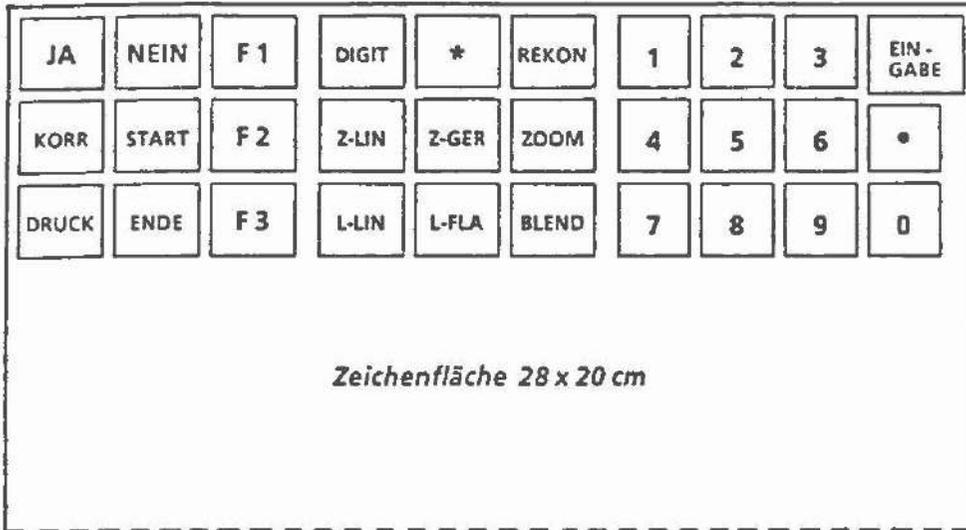


Fig. 7 — Schema della lavagna dell'ARCOS-1. Funzioni per l'utilizzazione del sistema e per il dialogo con il calcolatore.

A sinistra: JA (sì), NEIN (no), KORR (correzioni), START, DRUCK (stampare), ENDE (fine), F1-3 (funzioni programmabili).

Metà: DIGIT (digitalizzare), \* (registrazione dell'immagine), REKON (ricostruzione), Z-LIN (disegnare linea), Z-GER (disegnare linea strutturale), L-LIN (cancellare linea), L-FLA (cancellare area), BLEND (sovrapporre il contorno sulla video immagine).

A destra: 0-9 (numeri), EINGABE (= return).

In basso: Zeichenfläche (area per l'elaborazione dell'immagine).

ratteristiche oppure 5 lavori di amministrazione (p. es. stampa del catalogo ecc.). Il numero desiderato viene attivato premendo con una penna grafica sull'area corrispondente della lavagna grafica: i campi di funzione occupano la parte superiore (un terzo) (Fig. 7), il resto rimane a disposizione come spazio di lavoro per l'elaborazione dell'immagine. Dopo l'introduzione della tipologia o chiave delle caratteristiche (con la tastiera), la registrazione delle ceramiche avviene come segue:

Il coccio (o vaso più o meno conservato) che dev'essere registrato e disegnato viene posizionato sulla piattaforma girevole della macchina, attenendosi alla posizione originaria del vaso (un frammento del bordo sullo spigolo marginale ecc.). Il posizionamento è facilitato dal fatto che la piattaforma girevole presenta dei cerchi concentrici, distanti 1 cm l'uno dall'altro (questo procedimento corrisponde al modo convenzionale di lavorare per la determinazione del diametro del bordo). Sullo schermo si può controllare direttamente se il posizionamento è stato eseguito in modo esatto. La superficie di frattura del coccio viene

illuminata, tutte le altre parti del coccio dovrebbero invece restare al buio. L'illuminazione della parte in questione dev'essere fatta con accuratezza, poiché tutti gli altri passi ulteriori dipendono dalla qualità della videoimmagine. A questo proposito si è dimostrato utile eseguire la registrazione in dimensioni tali da riempire il formato, coprendo le parti che disturbano. Quanto più è ben fatta la registrazione, tanto meno bisogna poi correggere e completare mediante la tavoletta grafica. Nell'angolo in alto a sinistra lo schermo presenta le funzioni che si possono attivare di volta in volta, nell'angolo in basso a destra appaiono invece le funzioni usate al momento.

L'immagine in scala ripresa con la videocamera compare sul monitor a sinistra (come immagine a gradazione di grigio). Con il tasto "DIGIT" essa viene binarizzata nell'elaboratore e sul monitor dei dati essa si visualizza come pura immagine in bianco e nero. Premendo il tasto della funzione "\*" l'immagine desiderata viene trasmessa ad un altro livello di elaborazione dell'immagine nel computer. Nel caso di cocci rotti in maniera complicata si può compensare l'una con l'altra più di una registrazione, finché si trova la soluzione ottimale.

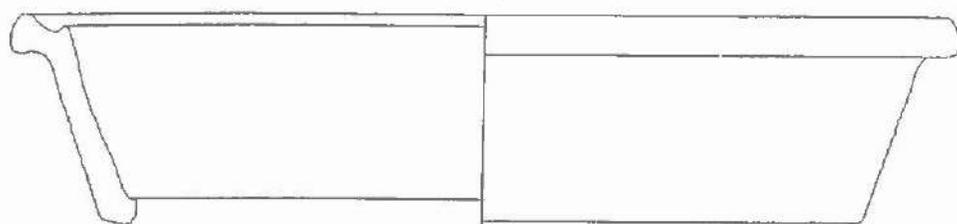
Con il tasto "EINGABE" (= return) si conclude questa fase di acquisizione. Nel computer viene analizzata la differenza chiaro/scuro dell'immagine (tra sezione illuminata e sfondo scuro) e trasmessa al monitor dei dati (quello di destra) come contorno di sezione; qui potrà subire un'ulteriore elaborazione (nel caso più favorevole ne risulta così già un profilo del coccio pronto per il plotter). Con le funzioni "L-LIN" (cancellare linea), "L-FLA" (cancellare area) e "Z-LIN" (disegnare linea) si può manipolare l'immagine mediante la tavoletta grafica. I dettagli possono essere messi in rilievo come con lo "ZOOM" (ingrandimento).

Con "BLEND" si può sovrapporre il contorno sulla videoimmagine. In tal modo possiamo controllare la qualità del disegno e l'esatta posizione delle linee strutturali. Ciò è di particolare importanza nel caso di completamenti manuali. Quando l'immagine ha raggiunto il risultato ottimale con il tasto "ENDE" (fine) si può passare alla fase successiva dell'elaborazione. Con "Z-GER" (disegnare linea strutturale) si inseriscono le linee strutturali (p. es. nel caso di pieghe del profilo ecc.). Il calcolatore distingue automaticamente in questo caso fra interno ed esterno. Dopo aver terminato questa procedura si può usare il tasto "REKON" (ricostruzione sì / no?), il che è importante nell'elaborazione di cocci marginali. Se si usa REKON il frammento di orlo disposto sullo spigolo marginale verrà "riflesso" all'interno del calcolatore, comparando così nella sua posizione consueta col lato esterno completato. Nel caso di frammenti di fondo ecc. non si deve naturalmente attivare REKON.

Successivamente si chiede se si deve o no disegnare, e in quale scala, solo come disegno di profilo o come disegno completato, e se tratteggiato oppure no.

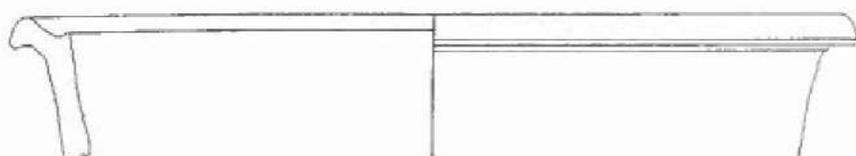
VELIA 1987

3.6.1987



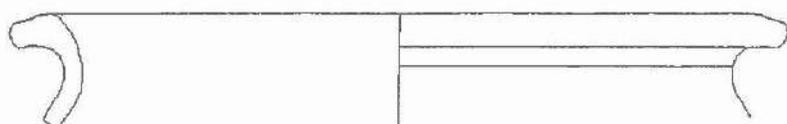
MASSTAB 1.0 : 1

FUNDNR. 181



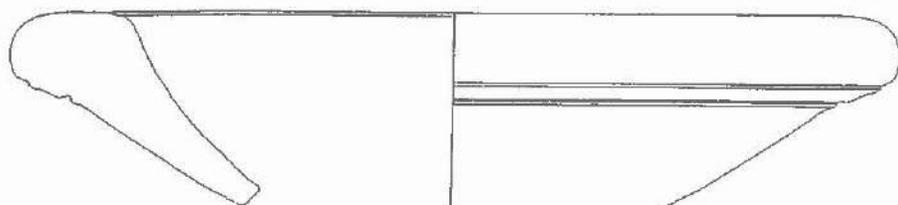
MASSTAB 1.0 : 1

FUNDNR. 193



MASSTAB 1.0 : 1

FUNDNR. 184



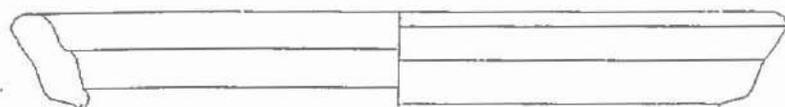
MASSTAB 1.0 : 1

FUNDNR. 182

Fig. 8 — Disegni di vasellame eseguiti in scala 1:1 col sistema ARCOS-1. Ceramica greca e romana dagli scavi di Velia (riduzione in stampa x 0,63).

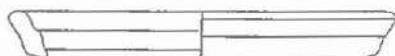
VELIA 1987

3.6.1987



MASSTAB 1.0 : 1

FUNDNR. 185



MASSTAB 1 : 2.0

FUNDNR. 185

Fig. 9 — Disegni di una scodella dagli scavi di Velia eseguiti in diverse scale (1:1 e 1:2) col sistema ARCOS-1 (riduzione in stampa x 0,63).

Sul disegno viene indicato automaticamente: la documentazione della ricerca, la data, la scala ed il numero del reperto. In tal modo ogni disegno è sicuramente identificabile.

Successivamente si possono immagazzinare il contorno e la videoimmagine, passando quindi al rilevamento delle caratteristiche. Il sistema ricava automaticamente dal fotogramma diversi valori misurati, come il diametro dell'orlo, il diametro del ventre, l'altezza del cocchio, il suo spessore in alcuni punti ben precisati ecc. La maggior parte delle misurazioni manuali vengono in tal modo meno. Nella registrazione delle caratteristiche lo studioso compila il modulo per il video, definito all'inizio dello studio, seguendo una chiave stabilita in precedenza (Fig. 10; paragrafo 5). Sono permesse 99 chiamate con un massimo di sei cifre, ma questa portata non dovrebbe essere quasi mai necessaria (si veda più avanti). La compilazione del modulo avviene in forma numerica mediante la tavoletta grafica. Il programma di registrazione delle caratteristiche può essere usato anche senza una precedente elaborazione dell'immagine. Questa funzione serve per la documentazione e registrazione delle caratteristiche degli oggetti

che non sono indicati automaticamente o a mano per analisi statistiche.

Tutti i dati acquisiti sulle caratteristiche vengono memorizzati automaticamente. Anche le prime 10 chiamate vengono stampate automaticamente. Questo può avvenire su etichette autoadesive, che possono servire per chiudere i sacchetti contenenti i reperti, oppure come protocollo stampato.

Con l'ARCOS-1 non possono venir acquisiti gli ornamenti di superficie che devono quindi, come al solito, essere riportati nel disegno già eseguito a macchina oppure venir inseriti o montati come fotografia, come è già stato fatto frequentemente nelle pubblicazioni archeologiche. Il programma di registrazione delle caratteristiche dovrebbe tener conto delle informazioni sugli ornamenti con possibilità di chiamata di quest'ultimi.

#### *4.3 Osservazioni sull'impiego dell'ARCOS all'esterno e negli scavi*

L'esperienza ha insegnato che bisogna fare alcuni preparativi prima di impiegare l'ARCOS all'esterno, soprattutto se si tratta di scavi. L'erogazione di corrente per la macchina può avvenire anche mediante un generatore, come è stato dimostrato con successo nel corso dello studio-prova negli scavi di Bad Wimpfen (KAMPPMEYER, PIETSCH 1985). Ciò non è stato però necessario a Velia.

Proprio per l'impiego in campagna sono importanti le informazioni concernenti il consumo di corrente dei singoli elementi della configurazione, nonché quello di tutto il sistema (possibilmente in WATT o KW), perché molto spesso la portata della rete elettrica è bassa. Uno stabilizzatore della tensione è indispensabile per salvaguardare la macchina. Se possibile dovrebbe esserci anche un tampone per ovviare ad improvvise mancanze di corrente; infatti bisogna sempre prevedere che avvengano incidenti di tale genere. Sarebbe inoltre molto conveniente prendere misure adatte per il caso di temporali. Se i temporali scoppiano all'improvviso occorre staccare la spina al più tardi dopo il primo fulmine. I temporali, molto frequenti a Velia nella tarda primavera, causavano di solito delle cadute nel sistema d'esercizio, provocando in tal modo un'interruzione del lavoro in questo studio di "collaudo" e prova.

#### *4.4 Osservazioni sull'impiego di "prova" a Velia*

Presentiamo alcune osservazioni sulla pratica dell'impiego di "collaudo" a Velia, formulate in base a due punti di vista diversi, a causa delle differenti sfere di competenza.

##### *4.4.1 Il punto di vista dell'addetto all'assistenza della macchina (W. -R. Tee-gen)*

È possibile che per via del trasporto gli elementi (chip) elettronici si allenti-

no parzialmente; all'atto dell'installazione della macchina nella sede degli scavi ciò comporta eventualmente un controllo dei singoli chip ed il loro assestamento.

L'elaboratore elettronico e la videocamera lavorarono per tutto il tempo in modo ineccepibile, anche se erano in funzione per tutta la giornata lavorativa (10-11 ore). Nemmeno le temperature esterne che salivano gradualmente procurarono delle difficoltà alla macchina. I temporali frequenti nella zona provocarono regolarmente delle cadute nel sistema di esercizio, senza però causare delle perdite di dati o dei danni all'"hardware" o al "software". Non si sono notati errori di programma.

La capacità di movimento della telecamera ed il tratto di misura furono forse lievemente danneggiati da azioni meccaniche durante il trasporto, di modo che ne conseguirono i problemi suddetti, soprattutto nel caso degli spessori degli orli e delle pareti. Le altezze furono sempre esatte se la telecamera era stata regolata in modo preciso.

Le penne sottili per il plotter, di marca Staedler e di nuova dotazione, hanno fatto un ottimo servizio. Dopo la sostituzione della prima serie di penne, ormai consumate, non si sono più avuti arresti nel caso di linee di maggiore lunghezza e simili.

Il materiale di ritrovamento molto frammentario, con in parte superfici di rottura estremamente oblique, ha reso spesso notevolmente più difficile la realizzazione del disegno. Questo è stato anche il caso dell'illuminazione. I solchi e le scanalature erano sovente presenti nella zona ottimale, per cui non erano ben visibili nella videoimmagine, il che, a sua volta, ha comportato un maggiore lavoro di completamento e di rifinitura successivi. I bordi delle linee di scanalatura dei coperchi erano spesso danneggiati e quindi non più visibili: tutto questo ha reso necessario un lungo completamento manuale con la tavoletta grafica.

In presenza di solchi sottili, specialmente sull'orlo o anche sulle pareti, si è dovuto completare a mano il disegno nei casi in cui i solchi non erano riconoscibili nella videoimmagine a causa della loro sottigliezza o per via della distorsione.

Ci sono state in parte anche delle difficoltà nella documentazione del materiale a figure nere o a vernice nera. In quei casi si è dovuto spennellare il profilo con del talco o con della polvere di gesso, per ottenere il contrasto necessario. Anche con il vetro è consigliabile procedere in modo simile.

Il trasporto automatico della carta è spesso troppo breve per i disegni in scala 1:1; qui occorre perfezionare il sistema.

Dato che era stata progettata una complicata chiave o tipologia delle caratteristiche (si veda di seguito), il che ci era costato molto tempo, di cui ci saremmo altrimenti serviti per disegnare gli oggetti, si pose poi il problema di compilarla

in modo adeguato: ciò richiede molte domande supplementari rivolte alla collaboratrice esperta delle ceramiche, causando in parte un rallentamento notevole nell'acquisizione dei dati.

#### 4.4.2 Il punto di vista del primo utente (M. Schick)

Dal punto di vista del primo utente dobbiamo invece parlare di tutta una serie di problemi di altra natura.

La regolazione dell'intensità luminosa, di volta in volta nuova, influisce sulla precisione dei segni. L'oscillazione è di circa 3 mm. Questo problema è insito nel sistema ARCOS stesso, per cui probabilmente non potrà esser corretto, poiché l'intensità luminosa, influenzabile dalla persona che se ne serve, fa cambiare lo spessore della parete dell'oggetto appunto per il valore di cui si parlava prima. L'effetto di cui sopra viene accresciuto da riflessi di luce sui margini di profilo degli oggetti. In alcuni casi è possibile una correzione applicando rotolini di plastilina scura sull'orlo di frattura; questo metodo però non ha senso in presenza di rotture complicate. L'uso di simili rotolini di plastica sembra essere adeguato al sistema, se in tal modo si possono diminuire le dissolvenze, almeno fino ad un certo grado.

Il profilo interno che la videocamera non può rilevare deve essere disegnato ogni volta dall'utente stesso: un'operazione manuale e senza possibilità di controllo della precisione, mediante il videomonitor, il che ha necessariamente come risultato degli spessori imprecisi delle pareti. In questo caso è decisiva l'esattezza dell'utente e non l'"obiettività" del sistema.

In presenza di rotture complicate il sistema può aggiungere anche immagini di posizione diverse dell'oggetto. Ciò comporta però a sua volta la necessità di disegnare a mano determinate parti non rilevate tramite il video, e di conseguenza abbiamo lo stesso effetto dell'imprecisione individuale.

Un altro problema è costituito dalla risoluzione delle immagini che è piuttosto debole, trascurando le piccole ammaccature, incrinature o fessure, di modo che non possono essere riprodotte mediante il plotter: anche queste devono quindi essere disegnate a mano libera e sono perciò inesatte. Le linee marginali degli orli sono invece riproducibili in modo estremamente preciso. Questo gruppo di problemi abbraccia dunque in complesso l'esattezza della riproduzione delle ceramiche. La precisione può essere sicuramente migliorata da un buon operatore ricco di esperienza, senza però mai raggiungere l'esattezza di un disegno a mano, perché le imprecisioni sono immanenti al sistema.

D'altro canto tuttavia i disegni eseguiti con l'ARCOS sono più precisi di puri schizzi ed inoltre realizzabili in tempo relativamente breve. Grandi quantità di ceramiche possono in tal modo essere registrate graficamente o mediante la chiave delle caratteristiche, in tempo relativamente breve. Un altro punto a van-

taggio dell'ARCOS è il fatto che con il suo uso viene meno l'affaticamento naturale e la difficoltà di concentrazione che possono essere la causa di ripetuti errori nei disegni a mano. L'ARCOS disegna sempre nella stessa maniera "esatta" e gli "errori" restano sempre i medesimi, perché sono immanenti al sistema. Nel corso di questo "collaudo" abbiamo riflettuto su alcune possibilità di miglioramento del procedimento lavorativo.

Servendosi di due collaboratori che si alternano regolarmente nei compiti da svolgere, si potrebbe in primo luogo diminuire il grado di affaticamento dovuto al lavoro davanti allo schermo del video, in secondo luogo uno dei due potrebbe selezionare le ceramiche e dare un primo ordine agli oggetti adatti all'ARCOS, preparando i profili in modo idoneo alla successiva acquisizione. Il materiale dovrebbe quindi essere suddiviso in due categorie fin dall'inizio dei lavori:

- a) le ceramiche atte ad essere disegnate dal sistema, che presentano delle fratture idonee all'ARCOS, cioè ben rilevabili con la videocamera.
- b) le ceramiche che continuano ad essere elaborate a mano dal secondo collaboratore, ceramiche con dettagli complicati, profili interni non visibili o fratture molto oblique ecc. Quando il gruppo di lavoro è ben affiatato, alternandosi nell'introduzione degli oggetti preselezionati si potrebbe aumentare decisamente la velocità di immissione dei dati. Bisognerebbe inoltre esaminare in quale misura potrebbe essere completato il sistema mediante la possibilità di rilevare e di memorizzare con uno scanner le forme ceramiche che non sono rilevabili con la videocamera o di cui ci sono già dei disegni a mano. In ogni caso potrebbe essere aumentata decisamente la precisione di disegno di oggetti non registrabili con un'elaborazione manuale.

##### 5. LA REALIZZAZIONE DELLA CHIAVE DELLE CARATTERISTICHE

La chiave delle caratteristiche (Merkmalschlüssel) è stata progettata da W. - R. Teegen, B. Otto e M. Schick. Si è trattato del primo tentativo in assoluto di realizzare un simile sistema di chiave per i reperti trovati a Velia. Questa chiave costituisce la base di una discussione per una chiave generale concernente Velia e dintorni, che è attualmente in preparazione (cf. paragrafo 6).

La chiave delle caratteristiche è stata preparata tenendo conto anche delle discussioni sulla terminologia che hanno avuto luogo nella Germania occidentale durante gli ultimi anni (cf. le proposte di ERDMANN *et al.* 1984; KUNOW *et al.* 1986, BAUER *et al.* 1986). Si è tenuto conto anche delle proposte di H. v. PETRIKOVITS (1972) riguardo la descrizione tipologica delle forme dei vasi (sulla realizzazione di chiavi delle caratteristiche in generale cf. BEHRENS *et al.* c.s.). La chiave si articola nei seguenti campi principali e abbraccia 66 chiamate (Fig. 10):

VELIA 1987 VOM 28.5

Nr.	Merkmalname	Max. Wert	Nr.	Merkmalname	Max. Wert
1	Inventar-Nr.	000000	34	Besonderheiten	0
2	Bearbeitungs-Nr.	000000	35	Sek. Veränderungen	0
3	Funddatum	000000	36	Oberfläche	00
4	Fundstellen-Nr.	00	37	Scherbenfarbe	000
5	Raum-Nr.	00000	38	Farbe Überzug	00
6	Schnitt-Nr.	000000	39	Ware	000
7	Lage im Schnitt	000	40	Rand/Bodenanteil	0
8	Schicht	000	41	Randdm.	000
9	Oberkante	00000	42	Randdm. (Camera)	000
10	Unterkante	00000	43	Max. Dm.	000
11	K/Fundkomplex-Nr.	000000	44	Dicke Rand	00
12	Bearbeiter-Nr.	00	45	Halsdm.	000
13	Grobklass. Ware	000	46	Bauchdm.	000
14	Funktionsyp	000	47	Dicke Wand	00
15	Typ-Zitat	00	48	Bodendm.	000
16	Typ-Nr.	000000	49	Höhe (Camera)	000
17	Erhalt.-Zustand	0	50	Henkelbreite	00
18	Anpassendes Stück	000000	51	Anz. Glas	000
19	Datierung (von)	00000	52	Anz. Münzen	000
20	Datierung (bis)	00000	53	Anz. Bronze	000
21	Randform	00	54	Anz. Eisen	000
22	Halsform	00	55	Anz. Blei	000
23	Schulterform	0	56	Anz. Schlacke	000
24	Umbruch	0	57	Anz. Edelmetall	000
25	Gefäßunterteil	0	58	Anz. bearb. Knochen	000
26	Bodenform	00	59	Anz. Tierknochen	000
27	Standvorrichtung	00	60	Anz. "organische" Funde	000
28	Funkt. Applikation	000	61	Anz. Architektur (Marmor)	000
29	Lage funkt. Appl.	0000	62	Anz. Stuk	000
30	Funkt. Veränd. Gef.	0	63	Anz. Wandmalerei	000
31	Lage Veränd. Gef.	0000	64	Anz. Mosaiken	000
32	Verzierungs-Technik	00	65	Anz. Mühlsteine	000
33	Verzierungen	0	66	Anz. sonstige Funde	000

Fig. 10 — I nomi degli attributi del modulo computerizzato usato durante il lavoro a Velia.

- Informazioni amministrative (numero del reperto, ecc.) caratteristiche 1-3;
- Dati sulle circostanze del ritrovamento, caratteristiche 4-12;
- Informazioni d'inventario (tipo di oggetti, pezzi comparativi, ecc.), caratteristiche 13-20;
- Informazioni tipologiche (forma dei vasi, forma dell'orlo ecc.), caratteristiche 21-35;
- Informazioni sulla tecnica e sul materiale (come durezza della cottura, composizione degli impasti, colori ecc.), caratteristiche 36-39;
- Informazioni metriche, caratteristiche 40-50;

- Dati quantitativi sugli altri generi di materiale (frammenti architettonici, reperti metallici, ossa di animali ecc.) ritrovati insieme alle ceramiche, caratteristiche 51-66.

Le informazioni richieste (chiamate) sono da uno a sei posti, ma la chiamata a sei posti riguarda esclusivamente numeri d'inventario, nonché informazioni di confronto e di datazione (Fig. 10).

Gli oggetti di confronto ed i tipi principali più importanti che si trovano nella letteratura specifica (chiamate 15 e 16) possono essere indicati tramite una semplice combinazione di citazione e numero di tipo (p. es. forme di vasi secondo DRAGENDORFF 1895; DRESSEL 1899; MOREL 1981). In una designazione alfanumerica dei tipi (p. es. in HAYES 1972) essi devono essere numerati progressivamente. Nell'analisi e per il catalogo tutto ciò può essere di nuovo cambiato (cf. paragrafo 3.4).

Nelle chiamate sulla tecnica e sul materiale, per esempio "durezza", "colore" ecc., bisogna sempre tener conto del fatto che i reperti possono avere subito dei forti influssi, causati dalle condizioni di magazzinaggio: i cocci possono essere eventualmente lisciviati e quindi molto "morbidi", il colore del vaso può essere modificato da fenomeni secondari ecc.

L'esperienza diretta ha mostrato che le informazioni sulla tecnica e sul materiale possono essere registrate più rapidamente e semplicemente quando il cocco in questione viene messo a confronto con una "collezione di modelli" e classificato in conformità (cf. a questo proposito LÜDTKE 1985, 25-26; KAMPPFMEYER *et al.* 1986; KAMPPFMEYER 1988; capitolo 5.1-5.4). La realizzazione di una simile collezione di oggetti di confronto richiede molto tempo, ottime conoscenze del materiale e deve avvenire prima che inizi la registrazione dei dati. Se viene fatta bene e con cura si ha poi un notevole risparmio di tempo durante la vera e propria acquisizione dei dati. Gli oggetti di confronto vengono descritti dettagliatamente in tutte le loro caratteristiche e dovrebbero essere analizzati anche dal punto di vista delle scienze naturali (mineralogia, chimica) (cf. per questa problematica in generale KAMPPFMEYER 1988; per il materiale archeologico classico WINTERMEYER 1980; 1984 e GÖDECKEN 1984 per la ceramica di Didima). Il lavoro di A. J. N. W. PRAG *et al.* 1974, rivela l'importanza che tali analisi riguardanti l'ambito delle scienze naturali possono avere per lo studio delle ceramiche dell'Italia meridionale.

F. Laubenheimer, nella sua opera del 1986, *La production des amphores en Gaule Narbonnaise sous le Haut-Empire*, ci mostra in modo molto chiaro come dev'essere fatto oggi uno studio moderno delle ceramiche (dal punto di vista tipologico, epigrafico e di analisi del materiale) e quali conclusioni si possano trarre dal materiale stesso. Il suo studio è da considerarsi un'opera-guida.

## 6. RIEPILOGO

Il computer, unità centrale di tutto il sistema, lavorò sempre in maniera ineccepibile, nonostante tutte le circostanze avverse. Poiché questo era il primo test con un modello di serie piccola durante una campagna di scavi, si deve valutare in modo assolutamente positivo parte del test. Con ciò si dimostra chiaramente che il progetto con l'elaboratore elettronico e l'"hardware" prescelti costituisce una soluzione adeguata agli scopi perseguiti. Siamo invece rimasti sorpresi dagli inconvenienti avuti con il piano di scorrimento per lo spostamento della telecamera, perché in tale modello, supposto così robusto, ciò non avrebbe dovuto succedere.

Nel corso delle tre settimane di collaudo e di studio negli scavi di Velia sono stati documentati graficamente 194 oggetti complessivi, per la maggior parte cocci. Circa 100 di questi cocci sono stati registrati anche nelle loro caratteristiche. La portata relativamente modesta fu causata da vari inconvenienti tecnici e dal fatto che i preparativi per la registrazione delle caratteristiche avevano richiesto molto tempo, soprattutto per la suddivisione numerica delle caratteristiche morfologiche e di tecnica del materiale. Oggi, dopo l'esperienza fatta, si può dire che questo impiego di "collaudo" forse non si sarebbe dovuto combinare contemporaneamente con una campagna di scavi vera e propria.

Da questo test o "collaudo" possiamo dunque trarre le seguenti conclusioni: il programma con l'elaboratore elettronico ("hardware" e "software") ha corrisposto pienamente alle nostre aspettative (si veda prima, al paragrafo 4.4.2). I problemi dell'utente sono in gran parte videoimmanenti e si possono sicuramente ridurre, con manipolazioni dettate dall'esperienza e con un perfezionamento di metodi di lavoro, tanto da poter valutare in senso positivo l'impiego del sistema computerizzato nel suo complesso. Le componenti meccaniche possono presentare dei problemi, dovuti soprattutto al trasporto, ma non concernenti il sistema stesso.

Un risultato collaterale molto importante del test è stata la realizzazione di una prima chiave o tipologia delle caratteristiche, adatta all'elaborazione elettronica dei dati, e la pratica fatta in questo campo di problemi. Non sembra quasi più concepibile continuare a registrare i reperti senza servirsi di un sistema computerizzato. In base a queste constatazioni ed alle discussioni proficue con i colleghi italiani si prevede di progettare negli anni prossimi una chiave delle caratteristiche, adatta all'elaborazione elettronica dei dati, con il cui aiuto dovranno essere registrati tutti gli oggetti già ritrovati e quelli che si reperiranno negli anni futuri, provenienti dall'antica area cittadina di Velia e dalle sue necropoli. A questo progetto parteciperanno la Soprintendenza Archeologica di Salerno, nonché le Università di Salerno e di Innsbruck. La chiave elaborata dal

nostro gruppo di lavoro (cf. paragrafo 5) costituisce a questo proposito la prima base di discussione per tale progetto. Attualmente si discute con G. Tocco, G. Greco, J. de la Genière e nel nostro gruppo di lavoro. È ovvio che i lavori iniziati attualmente e le esperienze fatte da altri studiosi verranno inclusi in questa nostra discussione. Gli autori sperano di ricevere degli impulsi interessanti dai colleghi che lavorano in un campo simile.

Tutte queste considerazioni avranno certo delle conseguenze sull'organizzazione e sulla documentazione di scavi, perché si dovranno creare delle norme vincolanti per imprese di tal genere. A questo proposito sarà bene tener conto dei lavori e dei progetti dell'"Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione" (Roma).

Uno dei primi passi è stato di accelerare la realizzazione di un reticolo tridimensionale dei reperti, adatto al computer e vincolante per tutti, che sulla base della pianta della città, realizzata di recente (KRINZINGER 1986, 31, nota 2, pianta allegata I), abbraccia l'intera area cittadina e i dintorni più vicini includendo — per quanto possibile — anche le necropoli ed il porto. Il sistema di coordinate usato nella nostra pianta della città non poté essere riferito alla carta topografica 1:25000 dell'IGM, prendendo invece come asse  $y$  la direzione da PP1 a PP2 sull'acropoli. Il punto trigonometrico PP1 ricevette le coordinate  $x$  2000,  $y$  1000.

Il sistema di coordinate non è orientato a nord, perché a causa delle elevate anomalie locali nel campo magnetico (ferrovia) non fu possibile determinare la direzione nord con la bussola. La determinazione astronomica del nord geografico avvenne nel 1977 da parte del Prof. J. Daum (Institut für Baukunst und Denkmalpflege dell'Università di Innsbruck).

L'asse  $x$  è spostato di 39,45 gradi centesimali verso ovest. Le nostre indicazioni relative all'altitudine sono altitudini assolute sul mare ed hanno come punto di riferimento l'indicazione di livello delle Ferrovie dello Stato italiane al portale sud della galleria sotto l'acropoli di Velia. La precisione richiesta entro i limiti di 10 cm significa che le coordinate  $x$ ,  $y$  hanno una chiamata di almeno 5 posti, le coordinate  $z$  invece una di almeno 4 posti. Una precisione di questo genere non è rilevante per molti dei reperti vecchi, ma per i reperti nuovi degli anni futuri e per gli studi socio-archeologici e di economia archeologica di microspazi, per esempio singoli edifici o quartieri, questo può essere di grande utilità. L'analisi della distribuzione spaziale dei reperti in macrospazi e microspazi può condurre ad una gran quantità di risultati (cf. p. es. HODDER, ORTON 1976; CLARKE 1977; HIETALA 1984; KALHOFF, KAMPPFMEYER 1985; KAMPPFMEYER 1988).

## 7. VISITATORI

Gli scavi e l'ARCOS sono stati visionati da diversi colleghi italiani e stranieri: G. Tocco (Soprintendente Archeologo), P. Conforti, G. Greco (Salerno), K. Kresten (Roma), nonché J. de la Genière (Parigi) e i suoi collaboratori.

## 8. RINGRAZIAMENTI

Vivi ringraziamenti vanno al Prof. Dr. H. -H. Nagel e al Dr. U. Lübbert (Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB, Karlsruhe), al Dr. U. Kampffmeyer (Wachenheim) per la possibilità di usare l'ARCOS ed al Soprintendente Dott.ssa G. Tocco (Salerno) per il permesso ed i consigli preziosi. Ringraziamo anche la Dr. B. Otto, la Prof. Dr. J. de la Genière, la Dott.ssa G. Greco ed il Dott. P. Conforti per la gentile disponibilità ed i consigli preziosi.

I costi di questa operazione di "collaudo" sono stati sostenuti dal Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (Ministero della Scienza e della Ricerca), Vienna, con un contributo del Rettore dell'Università di Innsbruck. Anche di questo ringraziamo vivamente.

FRITZ KRINZIGER

Institut für Archäologie  
Universität Wien

MICHAEL SCHICK

Institut für Klassische Archäologie  
Universität Innsbruck

WOLF RÜDIGER TEEGEN

Seminar für Ur- und Frühgeschichte  
Georg-August-Universität Göttingen

## BIBLIOGRAFIA

- AHMED F. A. 1983, *A laser scanning plotter for measurements of archaeological objects*, « Journal of Field Archaeology », 10, 236-238.
- ANDRASCHKO F. M., TEEGEN W. -R. (edd.) c.s., *Gedenkschrift für Jürgen Driebaus*, Mainz (in corso di stampa).
- ANER E. 1975, *Ein Gerät für die Umrißprojektion*, « DFG Mitteilungen », 2, 42-44.
- ASPINALL A., WARREN S. E. (edd.) 1982, *Proceedings of the micro-computer jamboree. XXII International Symposium in Archaeometry*, Bradford.
- BAUER I., ENDRES W., KERKHOFF-HADER B., KOCH R., STEPHAN H. -G. 1986, *Leitfaden zur Keramikbeschreibung (Mittelalter-Neuzeit)*, Kataloge der Prähistorischen Staatssammlung München Beiheft, 2, München.

- BEHRENS H., FANSA M., KAMPPMEYER U., TEEGEN W. -R. c.s., *Die rechnergestützte Erforschung der mitteldeutschen Schnurkeramischen Kultur. Ein Arbeitsbericht*, in ANDRASCHKO, TEEGEN c.s.
- BIEK L. 1974, *Progress with LERNIE*, in *Computer Applications in Archaeology*, 1974, 59-63.
- BIEK L. 1976, *LERNIE - Phase III*, in *Computer Applications in Archaeology*, 1976, 65-72.
- CLARKE D. L. (ed.) 1977, *Spatial Analysis*, London ecc.
- D'ANDRIA F. (ed.) 1987, *Informativa e archeologia classica. Atti del Convegno Internazionale promosso da Università di Lecce, Scuola Archeologica Italiana di Atene, Istituto per la Storia e per l'Archeologia della Magna Grecia. Lecce 12-13 Maggio 1986*, *Archeologia e storia*, 2, Galatina.
- DIBBLE H. L., CHASE P. G. 1981, *A new method for describing and analyzing artifact shape*, « *American Antiquity* », 46, 178-187.
- DORAN J. E., HODSON F. R. 1975, *Mathematics and Computers in Archaeology*, Edinburgh.
- DRAGENDORFF H. 1895, *Terra sigillata. Ein Beitrag zur Geschichte der griechischen und römischen Keramik*, « *Bonner Jahrbücher* », 96, 18-155, Taf. I-VI.
- DRESSEL H. 1899, *Inscriptiones urbis Romae Latinae. Instrumentum domesticum 2.1*, CIL, XV (2.1), Berlin.
- EICHSTAEDT P. A. 1978, *Ein neues Gerät zum Umzeichnen archäologischer Funde*, « *Archäologisches Korrespondenzblatt* », 8, 153-154.
- ERDMANN W., KÜHN H. J., LÜDTKE H., RING W. 1984, *Rabmenterminologie zur mittelalterlichen Keramik in Norddeutschland*, « *Archäologisches Korrespondenzblatt* », 14, 417-436.
- FILTZINGER Ph. 1972, *Die römische Keramik aus dem Militärbereich von Novaesium (etwa 25 bis 50 n. Chr.)*, *Novaesium V. Limesforschungen*, 11, Berlin.
- FURGER-GUNTI A., BERGER L. 1980, *Katalog und Tafeln der Funde aus der spätkeltischen Siedlung Basel-Gasfabrik*, *Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte*, 7, Basel.
- GÖDECKEN K. B. 1984, *Zur naturwissenschaftlichen Untersuchung der Fundkeramik aus Didyma. Ein Vorbericht*, in TUCHELT 1984, 260-275.
- GOTTARELLI A. 1987, *Tecniche di documentazione dello scavo archeologico: introduzione alla videometria digitalizzata*, in D'ANDRIA 1987, 63-90.
- HAYES J. W. 1972, *Late Roman Pottery*, London.
- HIETALA J. (ed.) 1984, *Intrasite Spatial Analysis in Archaeology*, *New Directions in Archaeology*, Cambridge.
- HODDER I. R., ORTON C. R. 1976, *Spatial Analysis in Archaeology*, Cambridge.
- HOWARD P. 1982, *Camera interface for a microcomputer*, « *Wireless World* », 2, February, 30-36.
- KALHOFF B., KAMPPMEYER U. 1985, *Die Auswertung von archäologischen Daten mit graphischen Computer-Darstellungen*, « *Acta Praehistorica et Archaeologica* », 16/17, 237-267.
- KAMPPMEYER U. 1984, *ARCOS - Ein Video-Computer-System für die Archäologie*, Karlsruhe (ci-clostilato).
- KAMPPMEYER U. 1985a, *ARCOS: Eine Testuntersuchung auf der Saalburg*, « *Saalburg-Jahrbuch* », 40/41, 121-133.
- KAMPPMEYER U. 1985b, *ARCOS - A video computer-system for archaeological documentation*, in VOORRIPS, LOVING 1985, 238-241.
- KAMPPMEYER U. 1986a, *ARCOS-I. Eine Dokumentation zum 'Gerät zur automatischen bildhaften Erfassung der Form von Keramik'*, Karlsruhe 1986.
- KAMPPMEYER U. 1986b, *ARCOS et la classification de ceramique assistée par ordinateur. Un système video-ordinateur destiné à l'archéologique*, « *Archéologues et ordinateurs* », 8, 3-23.

- KAMPFFMEYER U. 1986c, *ARCOS - A video-computer-documentation system for the use in archaeology and historic sciences*, in *Computer Applications in Archaeology*, 1986. Conference Proceedings, Birmingham, 91-147.
- KAMPFFMEYER U. 1986d, *ARCOS - A documentation and database system for the use in archaeology*, « *Advances in Computer Archaeology* », 3, 1-40.
- KAMPFFMEYER U. 1986e, *Dokumentations- und Datenbanksysteme in der Archäologie*, in *Archäologie in Peru - Archäometrie. Ergebnisse des 1. Fachsymposiums der Deutsch-Peruanischen Archäologischen Gesellschaft 1985 in München*, « *Archaeologia Peruana* », 1, Stuttgart, 143-166.
- KAMPFFMEYER U. 1988, *Die Keramik der Siedlung Hüde I am Dümmer*, Phil-diss. Univ. Göttingen. Göttingen.
- KAMPFFMEYER U., PIETSCH M. 1985, *Archäologie und Computer - Das ARCOS zur Keramikerfassung auf der Ausgrabung in der römischen Stadt von Bad Wimpfen im Tal*, « *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* », 14, 178-181.
- KAMPFFMEYER U., RUPPRECHT G., WITTEYER M. 1986, *ARCOS: Ein Computer zeichnet römische Keramik*, « *Mainzer Zeitschrift* », 81, 191-200.
- KAMPFFMEYER U., ZAMPERONI P., TEEGEN W. -R., GRACA L. 1988, *Untersuchungen zur rechnergestützten Klassifikation der Form von Keramik*, *Arbeiten zur Urgeschichte des Menschen*, 11, Frankfurt.
- KORBEL G. 1978, *Ein System zum Zeichnen von Keramik*, « *Archäologisches Korrespondenzblatt* », 8, 149-151.
- KRINZINGER F. 1979, *Die Stadtmauern von Elea. Eine archäologisch-topographische Untersuchung*, Habilitationsschrift Universität Innsbruck, Innsbruck.
- KRINZINGER F. 1980, *Untersuchungen an den Stadtmauern von Elea*, in *Atti XIX Convegno Studi Magna Graecia 1980* (in corso di stampa).
- KRINZINGER F. 1986, *Velia. Grabungsbericht 1983-1986*, « *Römische Historische Mitteilungen* », 28, 31-56.
- KRINZINGER F. 1987, *Velia. Grabungsbericht 1987*, « *Römische Historische Mitteilungen* », 29, 19-43.
- KUNOW J., GIESLER J., GECHTER M., GAITZSCH W., FOLLMANN-SCHULZ A. B., v. BRANDT D. 1986, *Vorschläge zur systematischen Beschreibung von Keramik (Deutsch, English, Française)*, *Kunst und Altertum am Rhein*, 124, Köln, Bonn 1986.
- LAUBERNHEIMER F. 1986, *La production des amphores en Gaul Narbonnaise sous le Haut-Empire*, *Centre de recherches d'histoire ancienne 66 = Annales Littéraires de l'Université de Besançon*, 327, Paris.
- LEONARDI G., PRACCHIA S., VIDALE M. 1987, *L'indicatore ceramico nei percorsi archeologici*, in *XXVII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Ferrara 1987: Dottrina e metodologia della ricerca preistorica. Edizione preliminare delle relazioni*, Ferrara, 53-78.
- LÜBBERT U., KAMPFFMEYER U. 1988, *Forschungsprojekt "ARCOS". Ein Rechner- und Programmsystem für die Archäologie*, « *Archäologie in Deutschland* », 1, 36-40.
- LÜDTKE H. 1985, *Die mittelalterliche Keramik von Schleswig. Ausgrabung Schild 1971-1975*, *Ausgrabungen in Schleswig. Berichte und Studien*, 4, Neumünster.
- MAIN P. L. 1981, *A method for the computer storage and comparison of the outline shapes of archaeological artifacts*, Unpublished PhD-thesis, North Staffordshire Polytechnic and University of Keele, Stafford, Keele.
- MAIN P. L. 1986, *Accessing outline shape information efficiently within a large database*, in *Computer Applications in Archaeology*, 1986, 73-82.
- MOREL J. P. 1981, *La céramique campanienne. Les formes*, Roma.

- MOSCATI P. 1987, *Archaeologia e calcolatori*, Firenze.
- NEUTSCH B. 1979, *Elea. Ionisches und Attisches aus dem archaischen Stadtgebiet*, « Römische Mitteilungen », 86, 141-180.
- OTTO B. 1986, *Keramik aus den römischen Thermen von Velia*, « Römische Historische Mitteilungen », 28, 57-68.
- V. PETRIKOVITS H. 1972, *Grundsätzliches zur Beschreibung römischer Gefäßkeramik*, in FILTZINGER 1972, 117-144.
- PRAG A. J.N. W., SCHWEIZER F., WILLIAMS J. L. W., SCHUBIGER P. A. 1974, *Hellenistic glazed wares from Athens and southern Italy: analytical techniques and implications*, « Archaeometry », 16, 153-187.
- RICHARDS J. D., RYAN N. S. (edd.) 1985, *Data Processing in Archaeology*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.
- SASSE B. 1986, *Aufnahme und Auswertung des merowingerzeitlichen Friedhofs von Eichstetten/Kaiserstuhl mit einem P.C., als Beispiel: Die Perlen*, « Archäologische Informationen », 9 (1), 26-32.
- SCOLLAR I., HUANG T. S., WEIDNER B., TANG G. 1977, *An installation for the interactive transfer of information oblique aerial photos to maps*, in *Computer Applications in Archaeology, 1977*, 105-118.
- SCOLLAR I., ANIOL R. W., HERZOG I. 1986, *Großmaßstäbliche, digitale, archäologische Kartographie auf der Basis von Luftbildern, geophysikalischen Messungen und einer Datenbank*, « Bonner Jahrbücher », 186, 535-556.
- STECKNER Cl., STECKNER Co. 1986, *SAMOS - Statistische Analyse Mathematischer Objekt-Strukturen*, Mitgliederversammlung des Deutschen Archäologenverbandes, Mannheim (ciclostilato).
- STECKNER Co. 1987, *Echner zeichnet und inventarisiert Keramik*, « Mitteilungen des Deutschen Archäologenverbandes », 17, (2), 45-47.
- STECKNER Co. (ed.) 1988, *Archäologie und neue Technologien*, Schriften des Deutschen Archäologenverbandes V., X, Freiburg.
- STEHLE P., ZIMMERMANN A. 1980, *Zur Analyse neolithischer Gefäßformen*, « Archaeo-Physika », 7, 147-177.
- TEEGEN W.-R. 1985, *Datenbanken und Computer Aided Publishing (CAP) in der Archäologie. Vortrag auf der Tagung des Nordwestdeutschen Verbandes für Altertumsforschung, Arbeitsgemeinschaft "Quantitative Methoden"*, Detmold (ciclostilato).
- TEEGEN W.-R., DAIM F., ORTMANN W., WAGNER P. 1988, *Microcomputer und Satzherstellung in der Archäologie*, in STECKNER 1988, 11-40.
- TEEGEN W.-R., KAMPFFMEYER U. c.s., *Computer-aided classification of ceramics - new results*, in *Proceedings of the 11th UISPP-Congress, Mainz 1987* (in corso di stampa).
- TUCHELT K. 1980, *Didyma. Bericht über die Arbeiten der Jahre 1975-1979*, « Instanbuler Mitteilungen », 30, 99-189.
- TUCHELT K. 1984, *Didyma. Bericht über die Arbeiten der Jahre 1980-1983*, « Instanbuler Mitteilungen », 34, 193-344.
- VOORRIPS A., LOVING S. (edd.) 1985, *To Pattern the Past*, « PACT », 11, Strasbourg.
- WILCOCK J. D., COOMBS T. 1982, *A television camera interface for the automatic capture of artefact shapes by microcomputer*, in ASPINALL, WARREN 1982, 27-33.
- WILCOCK J. D., COOMBS T. 1986, *Some further developments in hardware and software for the automatic capture of artefact shapes by television camera*, in *Computer Applications in Archaeology 1985*, London, 145-151.

WINTERMEYER U. 1980, *Katalog ausgewählter Keramik und Kleinfunde*, in TUCHELT 1980, 122-160, TAF. 50-68.

WINTERMEYER U. 1984, *Bemerkungen zur Typologie and Chronologie der hellenistisch-kaiserzeitlichen Gebrauchskeramik*, in TUCHELT 1984, 241-259, Taf. 47-48.

WITTEYER M. 1986, *Erfahrungen mit dem Zeichencomputer ARCOS-1*, « Archäologische Informationen », 9 (1), 1986, 19-26.

ZAMPERONI P., TEEGEN W. -R., KAMPPMEYER U., LAUDAN K.-H. 1988, *Nuove esperienze sulla classificazione computerizzata delle forme ceramiche, condotta sui materiali sepolcrali della necropoli di Veio, Quattro Fontanili*, in *Archeologia ed Informatica*, Quaderni dei Dialoghi di Archeologia 4, Roma, 157-170.

#### ABSTRACT

The ARCOS System (ARchaeological COmputerized System), realized in Karlsruhe, permits the automatic recording of ceramic objects and their subsequent processing and graphic representation. The System consists of two elements: ARCOS-1 is a mobile configuration for the image recording; ARCOS-2 is a stationary data processor. The authors describe in particular the test carried out during the excavations at Velia (Salerno) in the summer 1987. This test led to the graphic documentation of about 200 ceramic artefacts.