FOTOGRAMMETRIA FINALIZZATA ALL'ARCHEOLOGIA: IL CONTRIBUTO DEL CALCOLATORE

In campo archeologico la fotografia aerea ha sempre goduto di una 'buona stampa' a causa soprattutto della divulgazione di un certo numero di immagini sbalorditive in cui comparivano fin nei dettagli oggetti archeologici sepolti, minimamente visibili sul terreno. Ricordiamo, tra le altre, le fotografie dal pallone degli scavi di Ostia Antica eseguite nel 1911 per iniziativa di Dante Vaglieri (Fig. 1); le immagini della centuriazione romana in Tunisia (Fig. 2), scoperta nel 1929 da Ch. Saumagne; le foto della ricognizione militare riprese durante la seconda guerra mondiale e dalla cui lettura il Bradford localizzò centinaia di tumuli etruschi nelle necropoli di Tarquinia e di Cerveteri (Fig. 3); passiamo poi per le riprese della villa « ad duas Lauros » sepolta sotto l'aeroporto di Centocelle (Fig. 4) per arrivare a più recenti immagini che ci giungono dalla Francia (Fig. 5) e dall'Inghilterra grazie all'opera instancabile e continua di ricognizione aerea finalizzata condotta tra gli altri da studiosi come R. Agache, J. Dassiè e D.R. Wilson.

Va detto però che in genere la situazione è mediamente molto meno favorevole e che la circolazione di immagini eccezionali, se da un lato ha costituito un notevole incentivo alla diffusione del metodo aerofotografico, dall'altro ha prodotto in un certo senso la messa in secondo piano di tutta una parte del prezioso e vasto contributo offerto da questo metodo di indagine all'archeologia, contribuendo anche ad insinuare pericolose suggestioni del tipo che con la foto aerea ormai gli studi di Topografia Antica si fanno a tavolino.

Generalmente la stragrande maggioranza delle fotografie offre tracce archeologiche labili e di difficile interpretazione che per essere adeguatamente lette richiedono un buon bagaglio di esperienza specifica e per lo meno l'abitudine alla lettura tridimensionale mediante lo stereoscopio. La difficoltà è incrementata dal fatto che esiste tutta una serie di elementi, in grado di provocare confusione, che vanno da difetti del materiale impressionabile a esiti di fenomeni geologici che producono indici molto simili alle tracce archeologiche; quanto detto riconferma la indispensabilità a livello di metodo del controllo diretto di ogni elemento desunto dalle fotografie, da eseguirsi durante la ricognizione capillare del terreno che rimane lo strumento fondamentale per ogni studio di Topografia Antica.

L'importanza della fotografia aerea risiede non solo nelle sue possibilità come strumento di scoperta — e ben di rado sulla foto aerea compaiono oggetti archeologici la cui presenza non poteva essere riscontrata sul terreno almeno a

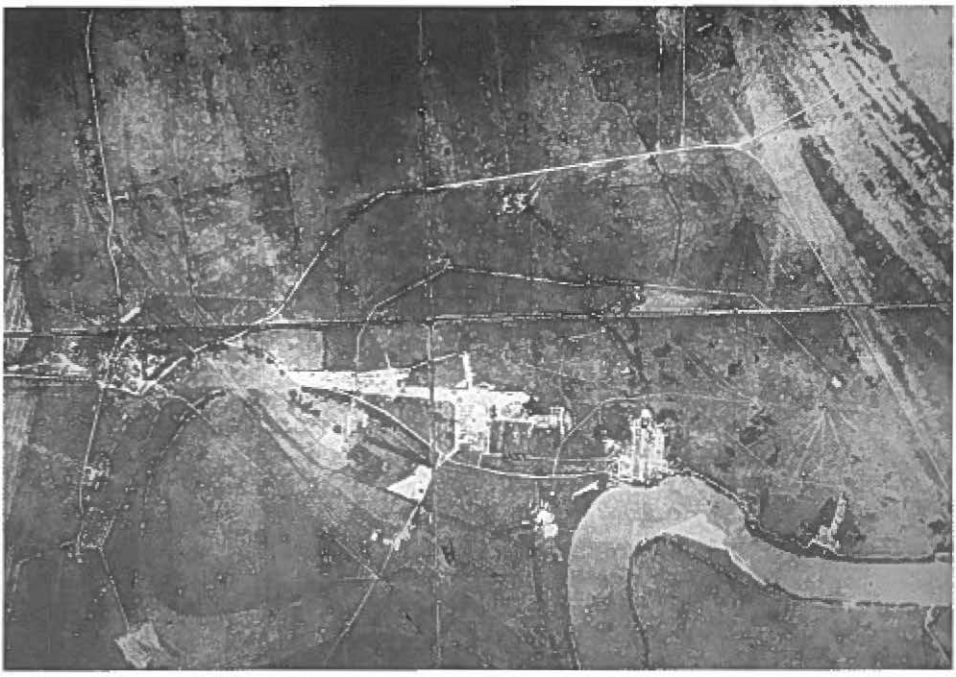

Fig. 1 — Ostia antica (foto Vaglieri).

livello di area di frammenti fittili: quando ciò è avvenuto o è mancata la ricognizione diretta o si è trattato di oggetti di grandi dimensioni conservati a livello di sopravvivenze molto frammentarie e non individuabili nel loro disegno senza la visione di insieme offerta alla fotografia (è il caso dei resti di alcune centuriazioni) — ma anche nelle possibilità che essa ci offre di documentare e collocare nello spazio scoperte e situazioni topografiche mediante la fotogrammetria. Quando questa tecnica venga applicata specificamente in vista del risultato archeologico che si vuole conseguire si entra nel campo della fotogrammetria finalizzata all'archeologia. È questa un tipo di cartografia tematica non ancora codificata; le discussioni in corso sono molte e non inutili: emerge chiaramente la necessità di uno strumento cartografico che tenga conto di numerose esigenze, talvolta anche contrastanti [1].

Le carte archeologiche più comuni sono costruite inserendo in una carta to-

[1] Per una informazione in proposito: F. Piccarreta, *Manuale di fotorafia aerea: uso archeologico*, Roma 1987, "L'Erma" di Bretschneider, 85 ss., 183 ss.; AA.VV., *La cartografia archeologica, problemi e prospettive. Atti del convegno internazionale (Pisa 1988)*, Pisa 1989, Amministrazione provinciale di Pisa.

Fig. 2 — La centuriazione romana in Tunisia.

pografica di tipo generico le informazioni specifiche relative, ed infatti tecnicamente si parla di base cartografica e di sovrastampa archeologica; tali carte, quindi, vengono a soffrire di un certo squilibrio causato dalla dicotomia esistente tra i due tipi di documento che vengono assemblati, pur essendo tra loro ben distinti per genesi e previsione di uso. Da un lato la carta topografica base risulta per noi generica ed indeterminata: presenta difetti formali, riparabili, di resa grafica ma anche sostanziali come resa approssimativa del rilievo e mancanza di particolari utili come punti di riferimento; dall'altro lato una generalizzata crisi culturale ha fatto sì che da alcuni anni a questa parte il documento cartografico

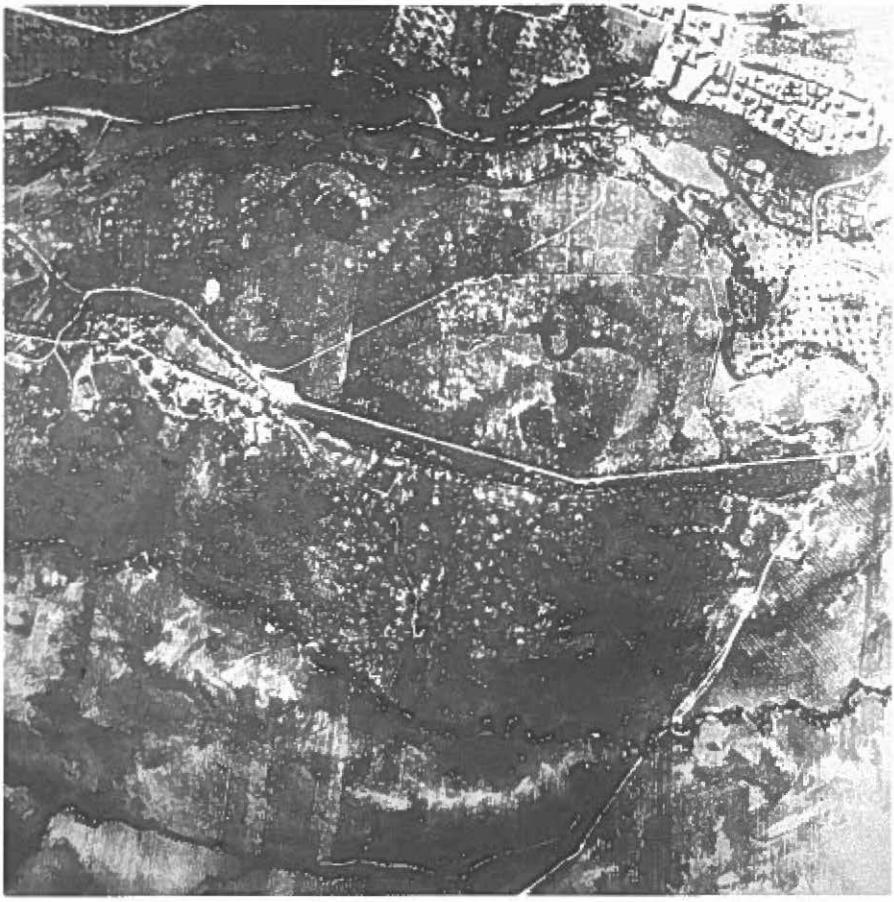

Fig. 3 — Cerveteri, necropoli.

risulti sempre più ostico e di difficile leggibilità: da questo la crescente domanda di carte tematiche.

Si può notare che il processo di finalizzazione per arrivare ad una carta dedicata deve riguardare entrambi i momenti sia dell'acquisizione sia dell'elaborazione dei dati in quanto la finalizzazione della sola elaborazione non porta a risultati soddisfacenti: un dato se è insufficiente rimane tale nonostante qualsiasi tipo di elaborazione. Con l'esercizio diretto della fotogrammetria si può non solo ovviare ai consueti problemi di aggiornamento delle carte topografiche ma si è in grado di intervenire sul modo e sulla qualità dell'acquisizione dei dati: il risultato può essere ottimale quando archeologo ed operatore si identifichino nella medesima persona e questo si manifesta mediante un massiccio recupero

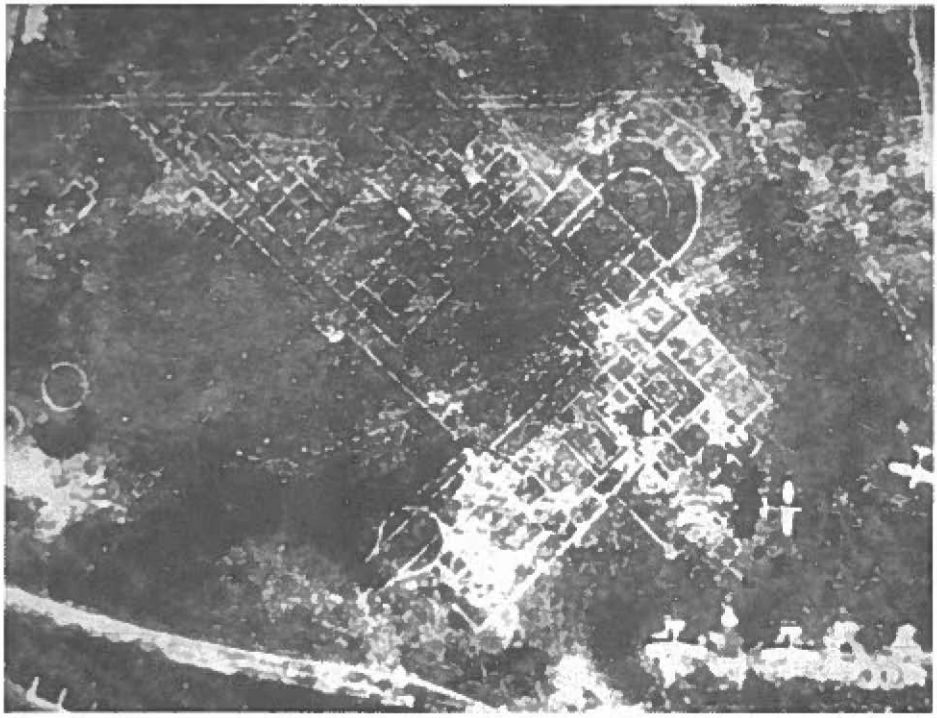

Fig. 4 — La villa di Centocelle (Roma).

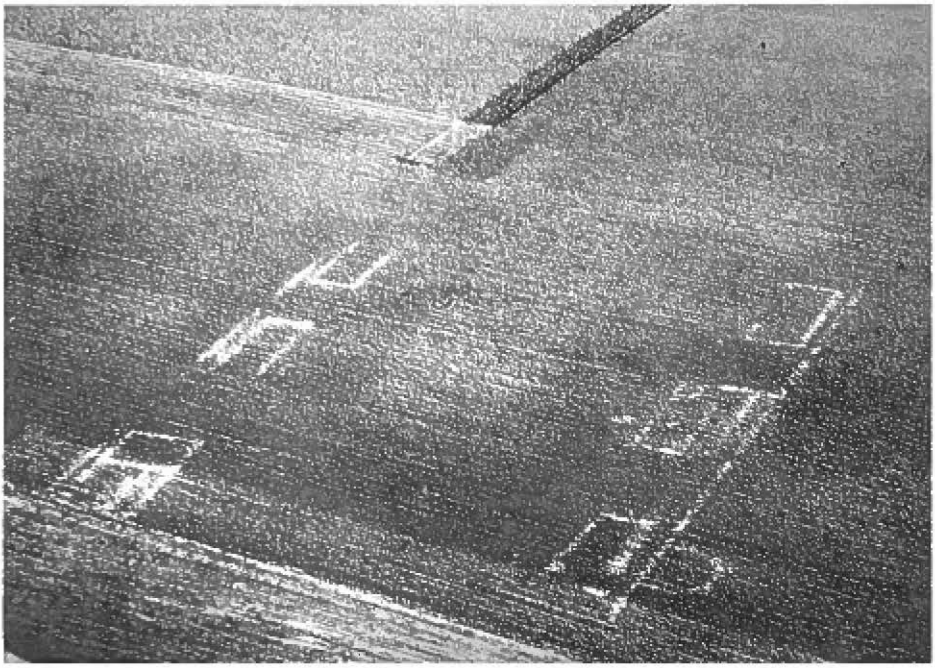

Fig. 5 — Martainneville; villa de « Ramburelles » (foto R. Agache).

di dati che altrimenti andrebbero perduti. In mancanza di un archeologo restitutista, si può ricorrere all'espediente di affiancare all'operatore generico un archeologo fotointerprete. Una carta archeologica realizzata partendo da questi presupposti presenta per noi diversi vantaggi che vanno dalla possibilità di operare una selezione mirata degli oggetti da rappresentare alla scelta del grado di evidenza da attribuire loro.

Una difficoltà non secondaria che si incontra in questa procedura è data dalla necessità di conciliare la puntuale resa di particolari e di dettagli con l'esigenza di evitare eccessivi affollamenti di oggetti, tali da mettere in crisi le possibilità di lettura. Emerge quindi l'importanza tutt'altro che secondaria della ricerca e della cura delle modalità grafiche di trasmissione dei dati.

Dove in modo più eclatante si manifesta la superiorità di una cartografia finalizzata rispetto a quella generica è nel tracciamento dell'altimetria che, sommario ed indicativo nella cartografia usuale, deve invece arrivare nelle carte finalizzate alla resa puntigliosa del rilievo e delle forme morfologiche sino a giungere, quando ritenuto opportuno, alla registrazione dei minimi dislivelli in una sorta di graficizzazione del microrilievo mediante la riduzione della equidistanza delle isoipse.

Procedimenti di questo tipo presentano diverse ricadute favorevoli: da un lato riducono il margine di approssimazione insito fisiologicamente nel sistema di rilevamento mediante isoipse, in quanto l'infittimento delle curve introduce un sistema di controllo reciproco per cui ogni isoipsa viene ad essere confermata o smentita dalla precedente e dalla successiva, dall'altro costringono a scandagliare a livello capillare il terreno in esame migliorando la qualità dell'analisi cui questo viene sottoposto.

In conclusione, in una fotogrammetria dedicata all'archeologia accanto ai due aspetti fondamentali del rilevamento di insieme e della trasmissione dei dati se ne affianca un terzo per così dire 'di scoperta'. A questo proposito si può ricordare che le alterazioni morfologiche, antiche o moderne che siano, creano uno iato tra zona alterata e paesaggio circostante con formazione, nei punti di contatto, di cerniere in cui le curve di livello assumono andamenti capricciosi ed irregolari difficilmente prevedibili che causano quindi difficoltà e rallentamenti nell'operazione di tracciamento costituendo così un segnale di attenzione per il recupero di dati che altrimenti rischierebbero di andare perduti. Nell'insieme l'andamento delle curve di livello viene a costituire non solo un sistema descrittivo di fenomeni notati ma anche una banca dati che va esaminata e letta con estrema attenzione.

Nella Fig. 6 si mostra un lavoro di fotogrammetria con rilevamento del microrilievo che ha avuto per oggetto il punto archeologico costituito dalla zona indicata dalle fonti come il luogo dello sbarco di Enea; contro il peggioramento

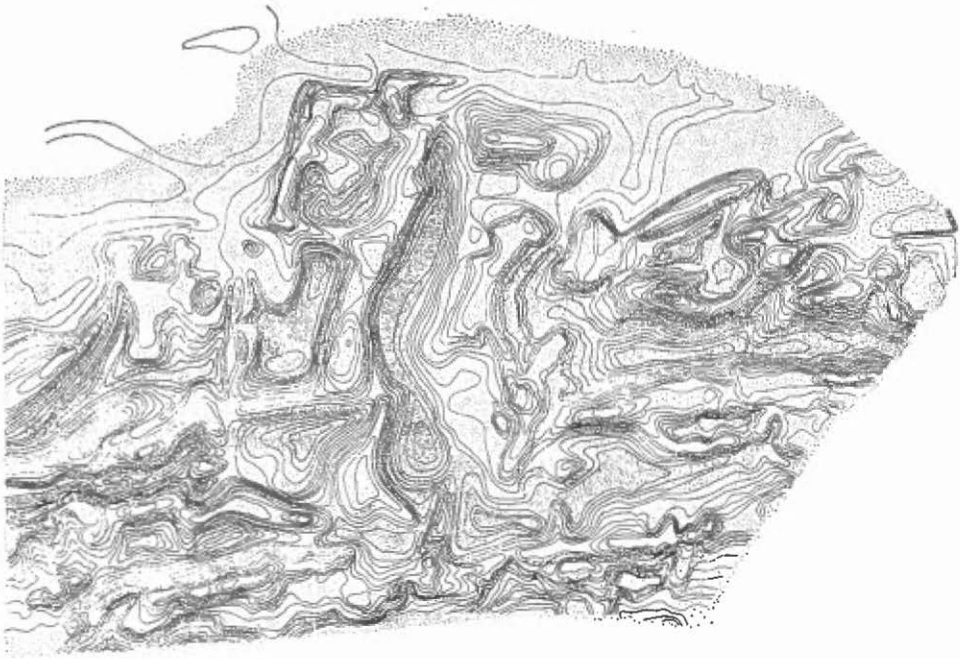

Fig. 6 — Torvaianica (Roma), Locus Solis Indigetis, restituzione fotogrammetrica integrata.

nella rilevabilità e nella conservazione dell'oggetto archeologico, documentato dal confronto tra la vecchia fotografia aerea (Fig. 7) e quella più recente (Fig. 8), la fotogrammetria finalizzata opera un notevole recupero[2].

Nella fotogrammetria che ha avuto per oggetto la zona del lago di Castiglione, il rilevamento e la valutazione puntuale e pignola dell'altimetria ha permesso di cambiare la forma dell'abitato di Gabi (Figg. 9-10)[3]. Dati intuiti sono stati puntualizzati e confermati nella fotogrammetria con equidistanza ai 5 centimetri del piazzale del Foro Romano: tra le altre cose si evidenziano la zona dell'iscrizione come residuo rispettato di una pavimentazione anteriore e le dorsali causate dalla presenza delle volte delle gallerie cesariane (Figg. 11, A-B)[4].

Il caso di Alba Fucente invece offre un esempio di rilevamento, mediante

[2] F. Piccarreta, *Saggi di restituzione e interpretazione di fotografie aeree*, « Quaderni Istituto di Topografia Antica », IX, 1981, 7 ss.

[3] Id., *ibid.*, 13 ss.

[4] AA.VV., *Microrelevement du Forum. Atti del XV Congresso della Società Internazionale di fotogrammetria e di teledetezione*, vol. XXV, parte A5, Comm. V, Rio de Janeiro 1984, 344 ss.; C. F. Giuliani, P. Verduchi, *L'area centrale del Foro Romano*, Firenze 1987, Leo S. Olschki editore, 31 ss.

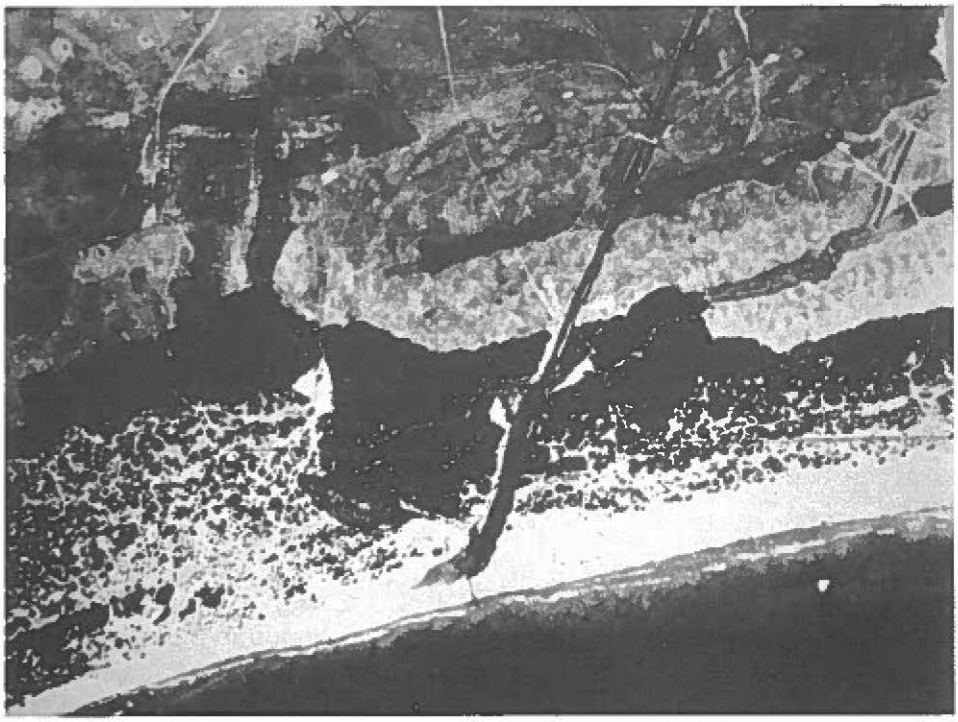

Fig. 7 — Torvaianica, foto aerea verticale.

isoipse, di interventi umani mimetizzati dal tempo: in questo caso si è riconosciuto, attraverso le anomalie distributive delle curve di livello (Fig. 12), il complesso delle cave di fondazione con le sue notevoli implicazioni per quanto riguarda l'urbanistica dell'antico centro (Fig. 13)[5].

È opportuno spendere qualche parola per ricordare i procedimenti di costruzione cartografica mediante fotogrammetria e per tentare di darne una valutazione dal nostro particolare punto di vista. Fondamentalmente si distinguono una restituzione di tipo analogico ed una di tipo analitico; alla base di ambedue sono i medesimi principi di fotogrammetria e l'elemento di diversificazione che si coglie con maggiore immediatezza è costituito dalla presenza, nel secondo tipo, del calcolatore, cui è devoluto il controllo di tutte le operazioni.

[5] F. Piccarreta, *Alba Fucens. Le cave dei fondatori*, « Bollettino di Archeologia », 3, 1990, 15 ss.

Fig. 8 — Torvaianica, foto aerea verticale.

La restituzione analogica è ancora oggi la più diffusa a livello commerciale ma è in via di progressivo superamento soprattutto per un fatto di produttività; si basa su strumenti di precisione, i fotorestitutori analogici, nei quali vengono posizionate manualmente ("ingranate") le lastre fotografiche della coppia stereoscopica utilizzata per la costruzione del modello ottico geometricamente corretto (analogo) del terreno esaminato. L'operatore opera su questo modello e procede al tracciamento direttamente su supporto cartaceo ottenendo così come prodotto finale il disegno della carta topografica voluta.

La restituzione analitica richiede non un singolo strumento ma un sistema composto da un calcolatore, completo di teleschermo e stampante, da uno stereocomparatore e da un tavolo intelligente (Fig. 14). Il calcolatore costituisce il cuore del sistema e controlla ed utilizza stereocomparatore e plotter come ulteriori sue periferiche. La formazione del modello, come al solito, viene eseguita "ingranando" le lastre fotografiche nello stereocomparatore ma le operazioni necessarie sono tutte eseguite su comando dell'operatore, certamente, ma sotto il controllo del computer che procede agli orientamenti interno, relativo ed assoluto sulla base dei dati forniti dall'operatore al calcolatore; ugualmente sono controllate dal calcolatore tutte le procedure necessarie all'acquisizione dati ed

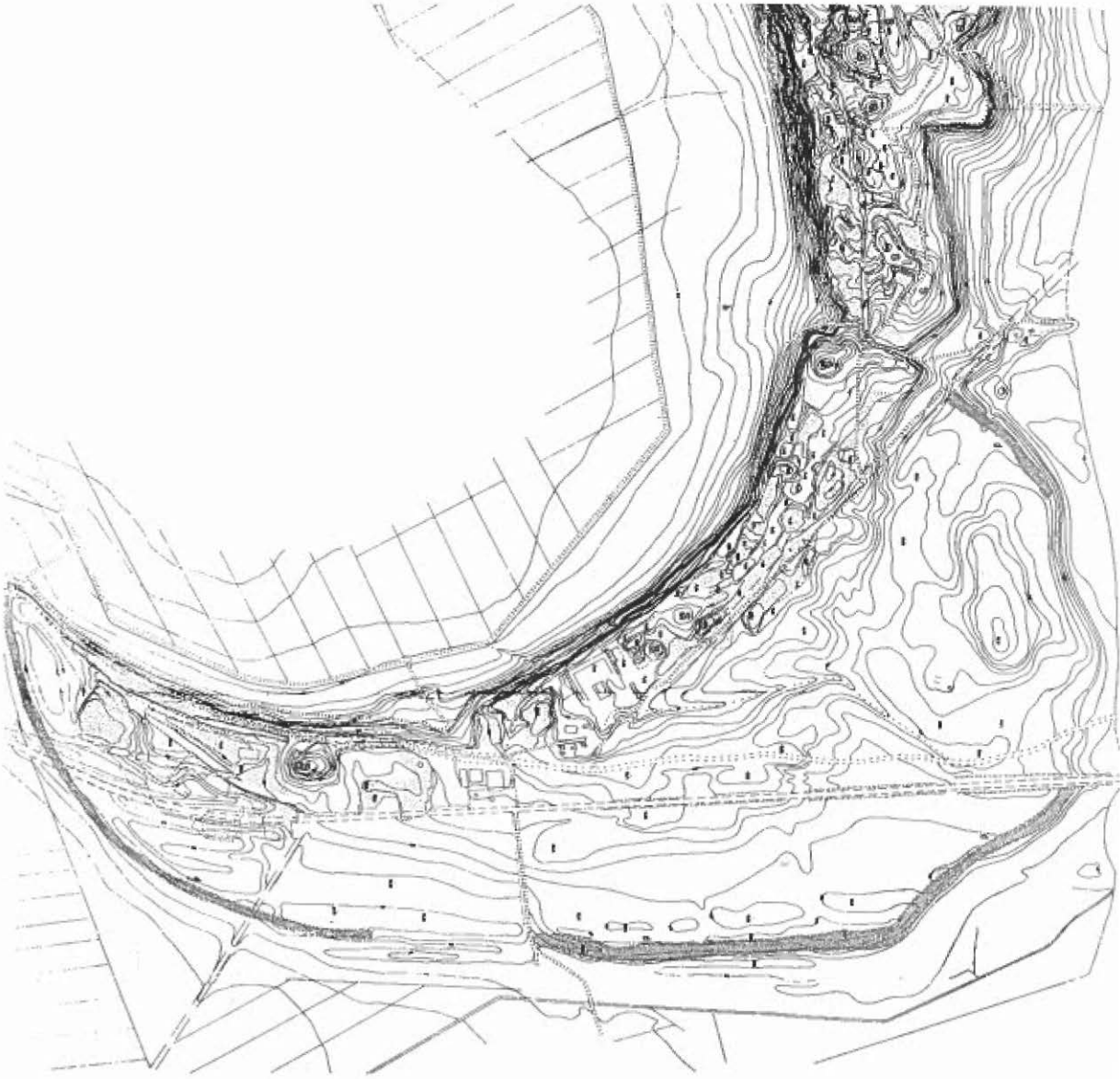

Fig. 9 — Gabii (Roma), restituzione aerofotogrammetrica. A puntinato geometrico la traccia delle mura.

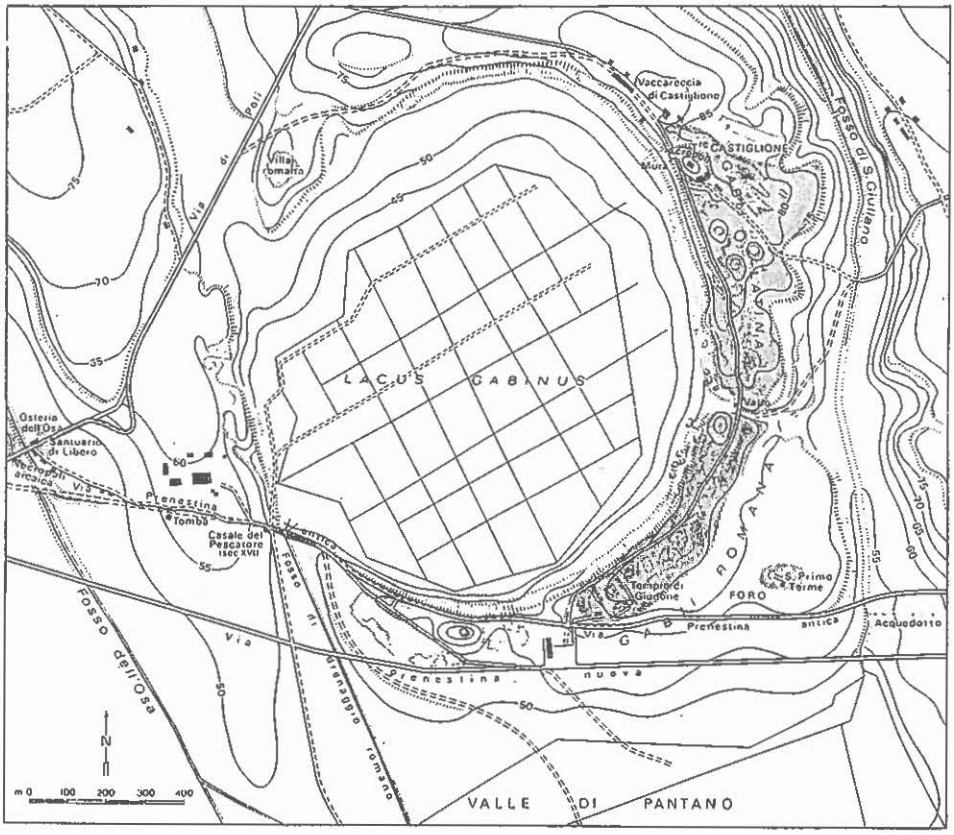

Fig. 10 — Gabii, planimetria (da L. Quilici).

al tracciamento su video. I dati vengono estratti e comunicati al calcolatore attraverso lo stereocomparatore col quale si prendono le misure direttamente sul piano delle lastre fotòografiche con la precisione di 1-3 micron; i punti scelti non vengono acquisiti graficamente ma analiticamente mediante i valori delle tre coordinate geometriche x, y, z che ne identificano la posizione spaziale e che vengono immagazzinate nella memoria del sistema. Quindi il prodotto finale è costituito da un complesso di dati numerici suscettibile di essere, mediante il plotter, tradotto graficamente.

In conclusione, e dal nostro particolare punto di vista, a vantaggio della restituzione analogica possiamo segnare il fatto che in questa, che mantiene più spiccatamente caratteristiche artigianali, c'è un rapporto diretto e continuo tra l'operatore ed il suo prodotto cartografico, con la conseguente possibilità di apportare in qualsiasi momento modifiche ed integrazioni. Nella restituzione ana-

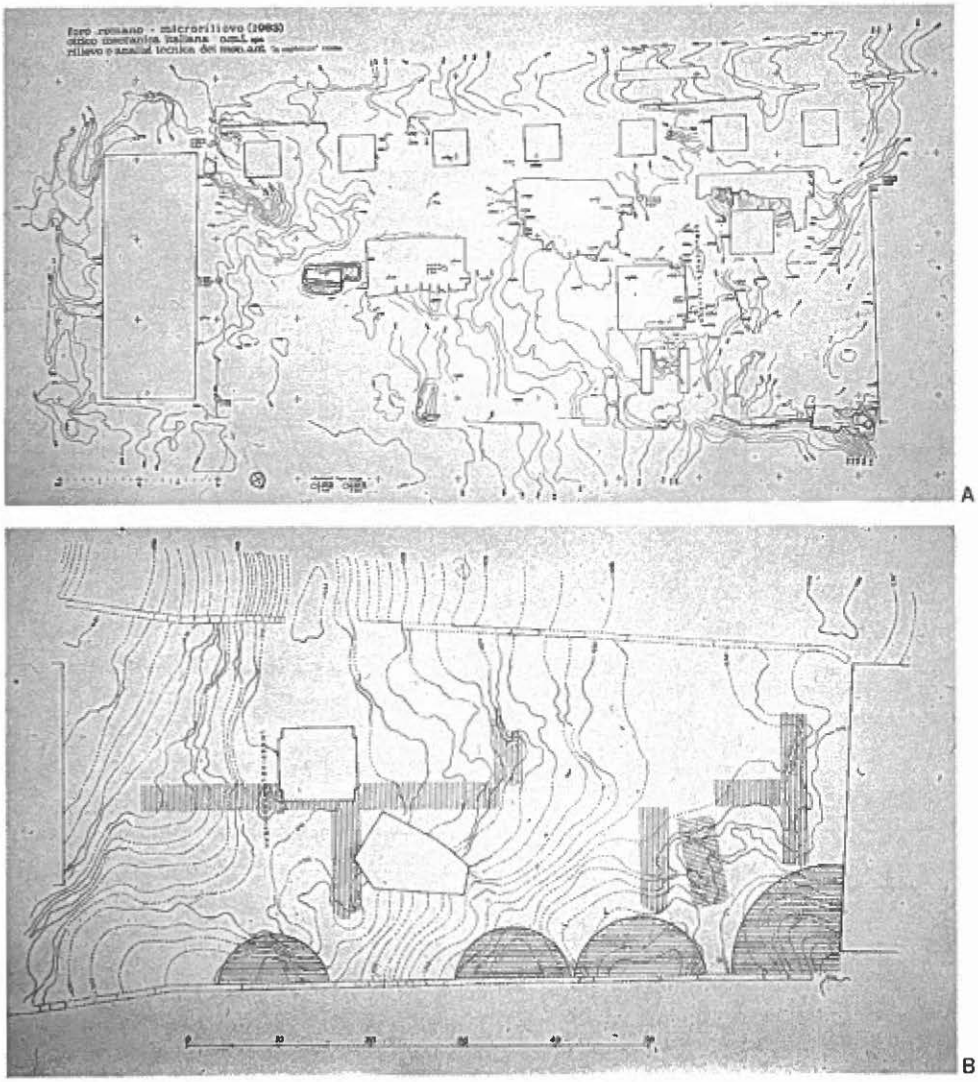

Fig. 11 — Foro Romano: A) restituzione aerofotogrammetrica della piazza; B) restituzione aerofotogrammetrica integrata.

litica, invece, il contatto tra operatore e carta topografica è indiretto poiché è mediato dal calcolatore e risente della rigidità di questo; la scelta delle modalità grafiche di rappresentazione di fatto risulta più circoscritta anche perché queste vanno stabilite ed impostate prima di iniziare la restituzione e ripensamenti e correzioni in corso d'opera non sono incoraggiati.

A vantaggio della restituzione analitica risulta invece il fatto che il controllo

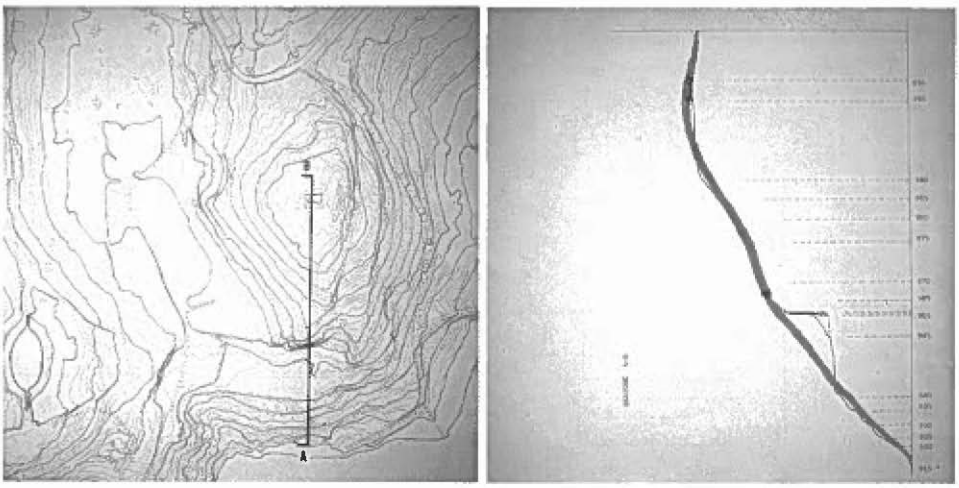

Fig. 12 — Alba Fucens (L'Aquila), area di cava in un particolare della restituzione fotogrammetrica e relativa sezione.

ininterrotto del calcolatore sul sistema di restituzione, da un lato ci assicura sempre le condizioni di massima efficienza strumentale permettendoci di mantenere inalterato il livello qualitativo del lavoro, evitando errori ed incidenti di percorso — anche le oscillazioni fisiologiche di apprezzamento dell'operatore vengono evidenziate — dall'altro risulta prezioso nella fase di sistemazione delle lastre fotografiche tanto che con questi sistemi si può restituire veramente quasi tutto: si riesce ad "ingranare" materiale "impossibile" (è il caso, ad esempio, dei fotogrammi in cui la terra risulta fortemente minoritaria rispetto al mare) o di ripiego come il materiale fotografico semimetrico o addirittura amatoriale o quello ottenuto da fotografie storiche deformate.

Si ha la possibilità di operare praticamente senza limiti di scala se non quelli imposti dalla necessità di mantenere l'approssimazione di apprezzamento nei limiti della correttezza. I dati acquisiti, che sono fisiologicamente esatti, risultano inalterabili nel tempo una volta che ci si sia assicurati della loro corretta archiviazione su supporto magnetico: nella restituzione analitica, infatti, di tutti i punti del modello sono immagazzinati nella memoria del calcolatore i valori delle tre coordinate spaziali e, oltretutto, a livello teorico, il prodotto è pienamente tridimensionale; in una carta topografica eseguita con la restituzione analogica invece tutte le informazioni planimetriche disponibili sono contenute nel disegno cartografico e vanno da questo dedotte mediante misurazioni su cui incide la capacità di apprezzamento, mentre per quanto riguarda i dati altimetrici sono conoscibili esattamente soltanto i valori dei punti quotati e di quelli che giacciono sulle isoipse.

Fig. 13 — Alba Fucens, le cave antiche evidenziate sulla restituzione aerofotogrammetrica.

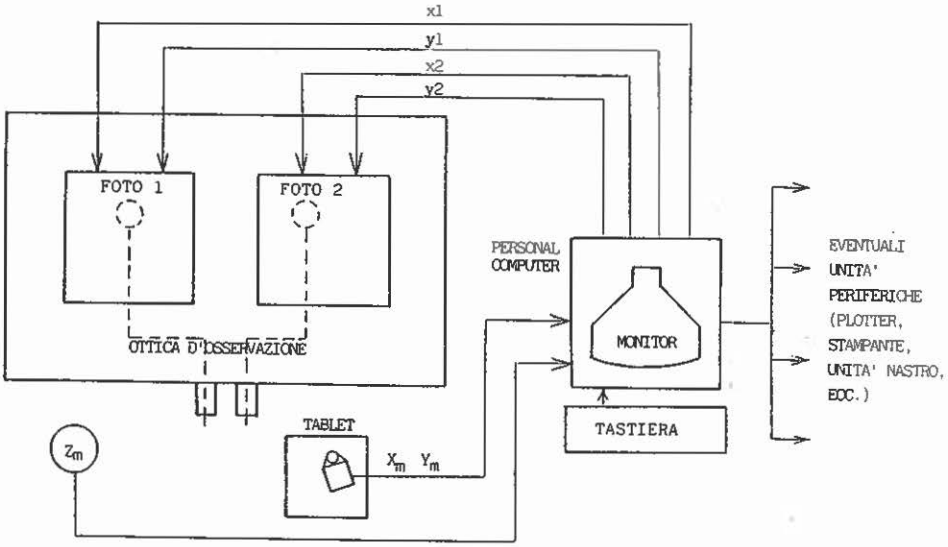

Fig. 14 — Schema di principio dello stereorestitutore analitico.

La restituzione analitica come contropartita richiede una discreta competenza nel campo informatico dovuta alle oggettive difficoltà di gestione insite in programmi che, un po' per soddisfare molteplici e disparate esigenze e un po' per motivi pratici di commercializzazione, raggiungono spesso dimensioni eccessive facendoci auspicare il rapido avvento di una nuova era del software basata su micropacchetti personalizzati. A questo si deve aggiungere che, una volta determinata la base di acquisizione-dati, per ottenere una rappresentazione grafica del prodotto si deve passare per una fase di "edizione" ed attraverso un programma di "plottaggio", entrambi di discreta complessità.

A livello esemplificativo si forniscono alcuni dati relativi ad un sistema analitico, l'APC4 costruito dalla OMI del gruppo Agusta (Fig. 15), di cui l'autore ha esperienza diretta e che si presta particolarmente ai nostri usi sperimentali.

Caratteristiche tecniche dello stereocomparatore del sistema APC4-1:

GENERALITÀ

— Lastre	2
— Formato standard delle foto	cm 23 × 23 (9″ × 9″)
— Fotogrammi su vetro o su pellicola, a colori o in bianco e nero	
— Vite di trascinamento e encoder lineari incrementali	
— Volantini e posizionatore manuale per il comando planimetrico della marca stereoscopica	

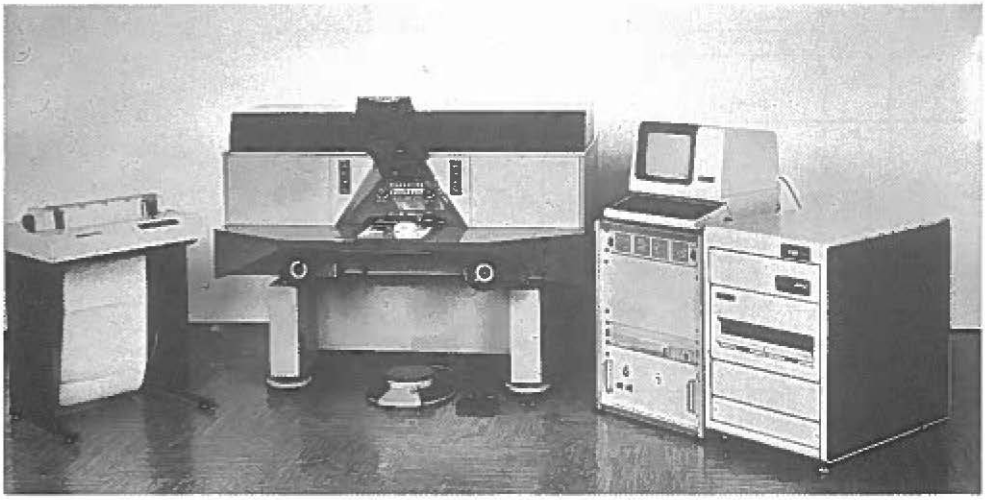

Fig. 15 — Sistema analitico Agusta OMI APC4.

— Pedaliera per il comando verticale della marca stereoscopica
— Marca stereoscopica di luminosità a dimensioni variabili con continuità

SPECIFICHE MECCANICHE

— Area di misura	240 × 240 mm
— Distanza tra gli interruttori di fine corsa (X e Y)	250 mm ± 15 mm
— Passo della vite di trascinamento	2 mm
— Risoluzione dell'encoder lineare	1 μm
— Precisione di misura	± 2 μm RMSE per asse
— Velocità massima della lastra	40 mm/sec
— Rapporto di spostamento dei volantini	1 giro = 0,5 mm
— Rapporto di trasmissione pedaliera-encoder	1:2
— Rapporto del comando planimetrico (controllato dal software)	1:1 16:1 64:1

SPECIFICHE OTTICHE

— Sistema d'ingrandimento con zoom	da 4,1X a 24,5X
— Diametro del campo	28 mm ± 5% a 6X
— Distanza interpupillare	53 — 76 mm
— Estrazione di pupilla	min. 25 mm
— Diametro della pupilla di uscita	min. 1 mm a 17X
— Regolazione della focale degli oculari	min. ± 3 diottrie
— Regolazione dello strabismo (spostamento totale apparente dell'immagine osservata nel campo di osservazione)	X = 1,5 mm Y = 0,7 mm
— Diametro della marca stereoscopica (variabile in continuazione e automaticamente asservita al valore di ingrandimento selezionato)	10 — 160 μm

— Risoluzione sull'asse	min. 100 l ppmm a 17X
— Rotazione dell'immagine per mezzo di un prisma amici	360°
— Osservazione monoscopica binoculare di ciascuna lastra	
— Osservazione Ortho e Pseudo-Stereo	
— Illuminazione, misurata sul piano della foto	0-1800 FT/Lambert

Il sistema, nella configurazione provata dall'autore, è completato da un calcolatore PC Compaq Deskpro 386 16 Mhz con:

— Processore INTEL 80386 20 Mz
— Memoria RAM 5MB
— Minidisco da 1,2 MB diam. 5"1/4
— Minidisco da 1,44 MB 3.5"
— Hard Disk 110 MB
— Coprocessore matematico 80387 20 Mz
— Sistema operativo MS-DOS + OS2
— 2 schede seriali
— Scheda grafica avanzata

e da un plotter formato AO Calcomp 1025.

L'evoluzione della fotogrammetria tende verso strumenti sempre più semplificati e compatti, e quindi meno costosi, ma che dal punto di vista commerciale mantengono pari livello qualitativo e produttivo. Questa tendenza è ben documentata dal nuovissimo sistema OMI AP6 (Fig. 16) di cui si danno alcuni dati.

Caratteristiche tecniche dello stereocomparatore del sistema AP6 "digit":

— Stereorestitutore Analitico a 4 assi
— Encoders lineari, risoluzione 1 μm
— Ottica a due ingrandimenti, 8X e 12X, per sostituzione degli oculari
— Marche luminose a LED
— Rotazione dell'immagine su entrambi i veicoli ottici, inversione della base, compensazione dello strabismo su entrambi gli oculari
— Formato dei fotogrammi fino a 24 cm × 24 cm
— Comandi X, Y, Z, con cursore digitale multifunzione
— Volantini X, Y e Pedaliera Z opzionali

Il sistema è completato da un calcolatore PC 80386, la cui configurazione può essere a scelta dell'utente, e da un plotter anch'esso a scelta dell'utente.

Il software applicativo è nelle linee generali comune ai due sistemi ora descritti; se ne danno le caratteristiche principali:

— Archivio Dati Fotogrammetrici organizzato in Progetti di Lavoro di semplice gestione, duplicazione e ripristino su dischetti.
— Memorizzazione dei Dati di Calibrazione delle Camere da Presa e loro automatico ripristino nei pacchetti applicativi.
— L'Orientamento del modello può avvenire sia con la procedura canonica INTERNO-

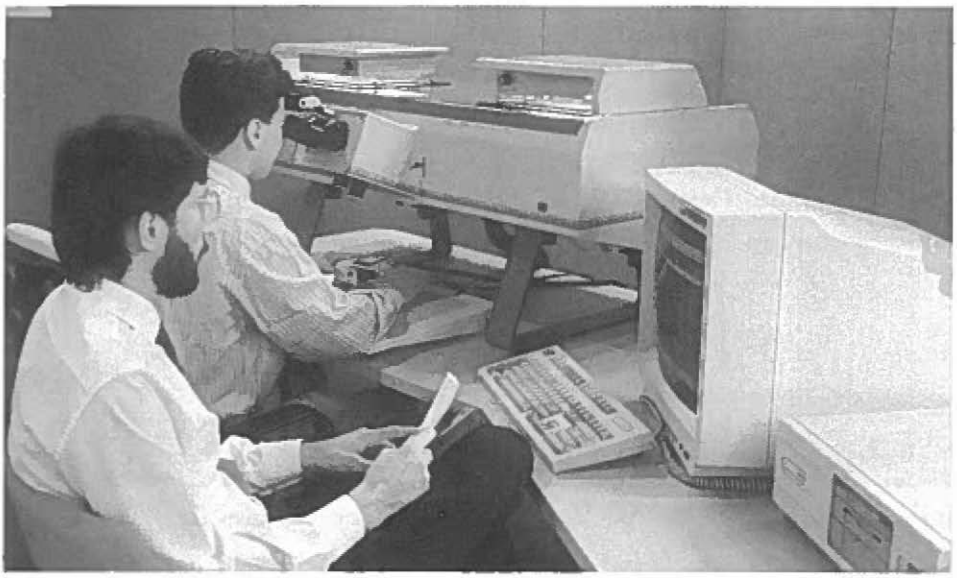

Fig. 16 — Sistema analitico Agusta OMI AP6.

RELATIVO-ASSOLUTO, che con il metodo per FASCI PROIETTIVI (BUNDLE) particolarmente indicato nelle applicazioni di fotogrammetria TERRESTRE per la sua rapidità di esecuzione e precisione di calcolo.
Tutte le procedure permettono il calcolo automatico e la visualizzazione dei risultati una volta raggiunta la minima condizione di orientamento. Inoltre esse contengono delle funzioni per la ricerca automatica dei punti, le quali rendono più efficiente l'orientamento del modello (a questo si aggiunga che relativo ed assoluto possono essere simultanei). È possibile orientare modelli sia in Base INTERNA sia ESTERNA aumentando la produttività nelle operazioni di Triangolazione.

— Programmi per il MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.
L'acquisizione in Tempo Reale secondo criteri di campionamento scelti dall'utente (Tempo, Distanze, Angoli anche in combinazione tra loro). La Digitalizzazione del Modello avviene secondo vari pattern geometrici: GRIGLIATI REGOLARI, PROFILI RETTILINEI, SEZIONI TRASVERSALI, SINGOLE LINEE (es.: Curve di Livello).

— Procedure di acquisizione dati per Aerotriangolazione secondo il metodo dei MODELLI INDIPENDENTI.
La compensazione avviene tramite il programma ANBLOCK (sviluppato presso il Politecnico di Milano) in grado di processare fino a 300 modelli. Questo programma risponde alle specifiche dei capitolati emessi dal Catasto Italiano.

— Acquisizione dati per CARTOGRAFIA NUMERICA mediante i programmi della Soc. GEOBIT di Roma.
Questi programmi sono suddivisi in Moduli per l'acquisizione e l'editing "IN-LINEA" con lo strumento e la successiva Vestizione e Disegno degli stessi nella forma cartografica definitiva (stabilita se necessario dall'utente). La base dati GEOBIT può essere trasformata secondo formati standard (es.: DXF, INTERGRAPH, WILD).

— Grafica Interattiva.
Un DRIVER software, interamente progettato e sviluppato dall'AGUSTA di Roma, consente

l'interfacciamento tra lo stereocomparatore e il pacchetto grafico AutoCAD ™ operante sullo stesso calcolatore di sistema. Particolarmente potente è la funzione di Acquisizione Automatica che permette l'invio continuo di triplette di coordinate dallo stereocomparatore verso AutoCAD ™ secondo criteri di campionamento selezionabili dall'utente.

— Interfaccia verso il MONDO ESTERNO.
Questa Interfaccia è costituita dal PROGRAMMA UTENTE e dal Driver software AP6—UNIV. Il programma utente permette l'integrazione nel programma di BASE di moduli software sviluppati dall'utente stesso per soddisfare particolari esigenze applicative. Il Driver AP6—UNIV rende lo strumento un DIGITALIZZATORE TRIDIMENSIONALE interfacciabile con pacchetti software sviluppati per l'ambiente MS-DOS.

Si danno alcune immagini riprese dal monitor durante un lavoro di restituzione condotto in collaborazione tra l'autore ed i tecnici della OMI-AGUSTA S.p.A. Unità di Roma[6]: nella Tav. IXa si vede il tracciamento dell'altimetria su una planimetria già acquisita. La planimetria è contenuta in un file che è stato richiamato come sfondo e compare a tratteggio mentre l'altimetria costituisce il nuovo file di lavoro: in questo modo il tracciamento altimetrico non può alterare la planimetria ed il file di lavoro risulta alleggerito. Nella Tav IXb si dà un'inquadratura su monitor di parte dell'elaborato planoaltimetrico; tramite una finestra a tratteggio è perimetrato il settore che compare ingrandito nella Tav. IXc.

Software applicativi vengono elaborati anche indipendentemente dai sistemi: a titolo esemplificativo può essere utile dare qualche dato di un nuovissimo programma cartografico, creato da Franco Cerone e collegabile con strumenti analogici e con sistemi analitici. Il programma gira su PC 80386 con coprocessore matematico 80387 dotato, in una configurazione media, di 1 Mb di memoria RAM e di 40 Mb hard disk e con clock da 25 Mhz; è in grado di rappresentare, elaborare, classificare ed interrelazionare dati provenienti da fonti diverse (ad esempio digitizer, stereorestitutori, file interfaccia ecc.) per produrre carte topografiche e gestire sistemi informativi. È possibile, entro certi limiti, per l'utente ottenere un pacchetto personalizzato per i suoi usi specifici: un pacchetto cartografico tipo si può suddividere in acquisizione e edizione, vestizione e plottaggio. Notevole il fatto che con un'accurata progettazione della base-dati il tempo delle singole operazioni è reso indipendente dalla dimensione della base-dati.

Abbiamo precedentemente accennato alla richiesta sempre crescente di carte tematiche cui ormai sempre più frequentemente si risponde con prodotti ottenuti con il calcolatore; a mio parere in molti casi il computer è chiamato soltanto ad un lavoro banale di memorizzazione e di selezione dati ma in certe applicazioni scompare questo aspetto di sottoimpiego e si comincia a sfruttare

[6] Si ringraziano i signori: Alfonso Colla, Angelo Cecca, Paolo De Santis, Massimo Fabbri, Paolo Marcucci, Maurizio Venditti della OMI-AGUSTA S.p.A. Unità di Roma ed il signor Paolo Carcani della Soc. Geobit di Roma.

realmente la potenzialità del mezzo. Uno di questi casi è costituito dalla possibilità di ottenere carte tridimensionali con l'elaborazione al calcolatore. Il procedimento è applicabile sia alla cartografia convenzionale sia a quella numerica ma nel primo caso richiede alcuni passaggi in più. In questa sede si mostrano alcune prospettive della base tridimensionale provvisoria ottenuta da una elaborazione, peraltro non ancora conclusa, eseguita sulla fotogrammetria analogica di Alba Fucente (Tav. Xa-c). Il lavoro viene eseguito presso la Soc. Graphitel di Latina, con la quale è in corso un rapporto di collaborazione scientifica, utilizzando macchine Sysscan.

La carta topografica è stata acquisita in automatico mediante scanner Sysscan « Kartoscan », vettorializzata sempre in automatico su MicroVax 3900, poi rielaborata per PC; mediante il programma GIS « Terrasoft » il file è elaborabile e gestibile su Personal. Il modello tridimensionale in memoria può essere sondato all'infinito variando direzione e quota del punto di vista ottenendo così un numero illimitato di prospettive geometriche del terreno in esame; da notare che il programma ha la gestione delle linee nascoste. Con impegno minimo, con il sistema del cartone animato, si possono realizzare vedute in movimento con rotazione del modello su se stesso. L'elaborazione è ancora in corso per superare alcuni limiti di memoria onde ottenere una migliore definizione del prodotto ed una più rapida possibilità di ricavarne misure.

Prodotti di questo tipo non sono in pratica ottenibili senza l'uso del calcolatore: eseguire manualmente una prospettiva di questo tipo richiederebbe tempi talmente lunghi ed una accuratezza tale da non essere in pratica realizzabile. Le immagini qui riportate, anche se provvisorie, dimostrano la capacità del metodo di documentare sinteticamente situazioni topografiche, capacità estensibile anche ai dettagli visto che in pratica non vi sono limiti di scala. Ho l'impressione che da prodotti di questo tipo si potrebbe ottenere la più immediata delle carte tematiche per quanto riguarda il campo della progettazione e dello studio dell'impatto ambientale.

Fabio Piccarreta
Laboratorio sperimentazione grafica
Topografia Antica
Università di Roma "La Sapienza"

ABSTRACT

Photogrammetric display gives the archaeologist the possibility of personally constructing maps to meet his needs through selection of the features shown and of the prominence assigned to them and through the accurate and detailed rendering of relief. The aid of the computer is remarkable both for data-base and for the utilisation to the full extent of the analitical photogrammetric systems.