

LO STUDIO DEL TERRITORIO IMPIEGANDO DIVERSE METODOLOGIE D'INDAGINE: IL CASO DELLA VALLE DEL TEVERE

1. INTRODUZIONE

Se da un lato il territorio può essere considerato il “contenitore” di tutte le informazioni relative agli interventi antropici nelle varie epoche storiche, dall'altro le sue caratteristiche determinano ed indirizzano lo svolgimento e l'evoluzione dell'attività umana. Lo studio di una porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di siti archeologici, pertanto, deve essere orientato ad un'accurata e completa acquisizione di dati ambientali (topografia, geo-morfologia, litostratigrafia, geofisica, uso del suolo ecc.) utili per uno studio integrato del sito archeologico e per la ricostruzione delle interazioni tra uomo ed ambiente.

Tramite l'interpretazione dei dati da telerilevamento, lo studio delle informazioni geologiche e geomorfologiche e la ricerca sistematica sul campo (ricognizioni archeologiche, ricerche geofisiche ecc.), è possibile raccogliere un'ampia varietà di informazioni ambientali sulla porzione di territorio in corso di studio.

L'analisi integrata del territorio può essere organizzata in una serie di fasi metodologiche che si susseguono, si incontrano e si integrano secondo lo schema di Fig. 1. Tali procedure possono essere sintetizzate come segue: analisi dei dati da remote-sensing e loro georeferenziazione; realizzazione del DTM dell'area studiata; caratterizzazione geologica e morfologica dell'area studiata; identificazione, localizzazione e georeferenziazione di tutti i siti archeologici sul territorio; campagne di prospezioni geofisiche integrate ad alta risoluzione per delineare l'estensione del sito e localizzare le strutture archeologiche; caratterizzazione del sito nel suo contesto ambientale; definizione di un metodo di analisi, basato sull'integrazione di differenti set di dati; studio e costruzione di un GIS per la gestione dei dati raccolti, elaborati ed interpretati; definizione di un modello di intervento per la conoscenza e la salvaguardia dei Beni Culturali ed Ambientali presenti sul territorio.

La possibilità di correlare spazialmente dati di diversa natura ed estensione, fondamentale per un'indagine integrata sul territorio, è offerta dai Sistemi Geografici Informativi (GIS). Essi infatti possono essere definiti come «un potente insieme di strumenti per la raccolta, l'immagazzinamento, il recupero, la trasformazione, l'analisi statistica e la visualizzazione di dati territoriali in vista di un prefissato insieme di scopi» (BORROUGH 1986). I GIS consistono, quindi, secondo tale accezione, in un complesso processo metodologico per l'analisi e la gestione di dati territoriali che, consentendo l'integra-

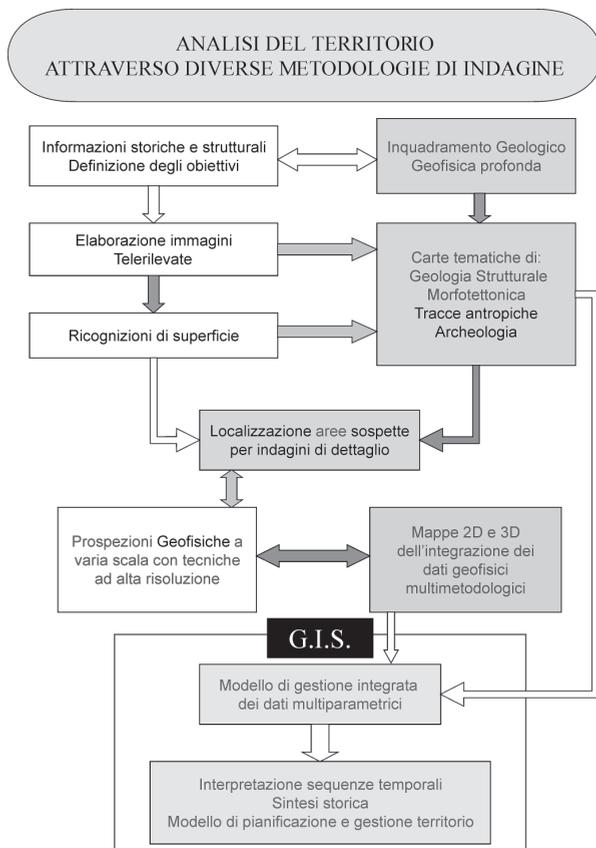


Fig. 1 – Diagramma di flusso: analisi storico-ambientale del territorio mediante l’utilizzo di diverse metodologie di indagine.

zione e la sintesi di elementi di varia origine e scala, può favorire una migliore comprensione del territorio e dei fenomeni che lo hanno caratterizzato.

Le procedure principali per la realizzazione di un GIS sono l’acquisizione dei dati e la loro georeferenziazione, l’analisi e la gestione degli elementi territoriali, la restituzione dei risultati sotto forma di mappe tematiche. La georeferenziazione dei singoli elementi spaziali, cioè l’attribuzione di coordinate reali, è il procedimento fondamentale sul quale impostare le successive elaborazioni informatiche.

Sulla cartografia esistente georeferenzata (IGM 1:25.000) vengono organizzate le informazioni relative al territorio; tale fase è seguita dal rilievo diretto sul terreno delle manifestazioni derivanti dall’attività dell’uomo (infrastrutture, Beni Culturali, uso del suolo ecc.), nonché dei fenomeni am-

bientali (movimenti franosi, aspetti geomorfologici ecc.). A tal scopo si dimostrano di grande utilità i metodi di posizionamento satellitare GPS (Global Positioning System), che coniugano all'alta precisione un basso costo d'esercizio. Inoltre la possibilità di utilizzo cinematico consente di rilevare velocemente l'andamento altimetrico del terreno di vaste aree, procedura molto utile per l'analisi 3D del territorio.

Il GIS offre, come è noto, la possibilità di gestire i dati in formato sia vettoriale che raster: i dati vettoriali vengono utilizzati per descrivere forme geometriche attraverso i loro elementi principali, e cioè i punti, le linee, i poligoni. Ai punti vengono associati i baricentri delle aree di frammenti fittili; ai poligoni le aree vere e proprie, le infrastrutture, i corsi d'acqua di maggior ampiezza; alle linee i percorsi stradali, la linea ferroviaria, i torrenti di minore portata. Il formato raster, invece, è particolarmente indicato per rappresentare immagini (ad esempio le foto aeree, le immagini satellitari ecc.) o le mappe di elaborazioni geofisiche.

2. CONSIDERAZIONI STORICHE E AMBIENTALI SULL'AREA DI STUDIO

Nell'ambito della collaborazione tra il Museo Civico di Magliano Sabina, l'Istituto per l'Archeologia Etrusco-Italica e l'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali del C.N.R., è in corso una ricerca di carattere territoriale nell'area della "Sabina Tiberina", che si estende lungo la riva sinistra del Tevere tra l'*Ager Eretanus* (Comuni di Monterotondo e Montelibretti -Lazio) a sud ed il territorio Oricolano a nord. Scopo dello studio è giungere all'individuazione ed al censimento dei siti archeologici, nell'avvicinarsi delle diverse fasi cronologiche che dal periodo protostorico arrivano fino al tardo-antico. La prima fase dell'indagine ha interessato il territorio di Magliano Sabina, delimitato ad ovest dal corso del Tevere, a sud dal torrente Campana, ad est dalla catena dei Monti Sabini, a nord dal Fosso dell'Aia, sotto Otricoli (Fig. 2) ed è mirata alla ricostruzione dell'organizzazione territoriale e del contesto storico archeologico in epoca romana.

2.1 *L'antico corso del Tevere*

Tutta l'area in questione appare morfologicamente omogenea ed è segnata dalla presenza del corso del Tevere, che nelle diverse epoche ha costituito un elemento essenziale, sia dal punto di vista ambientale che storico. Durante l'età arcaica il fiume Tevere assunse il ruolo duplice di veicolo di circolazione delle merci, nonché dei rapporti culturali. In particolare è proprio attraverso il Tevere che avvenivano gli scambi con l'area falisco-capenate (QUILICI GIGLI 1986).

Uno studio condotto sui documenti d'archivio (Archivio di Stato di Roma) ha permesso di ricostruire il percorso originario del fiume tra Maglia-

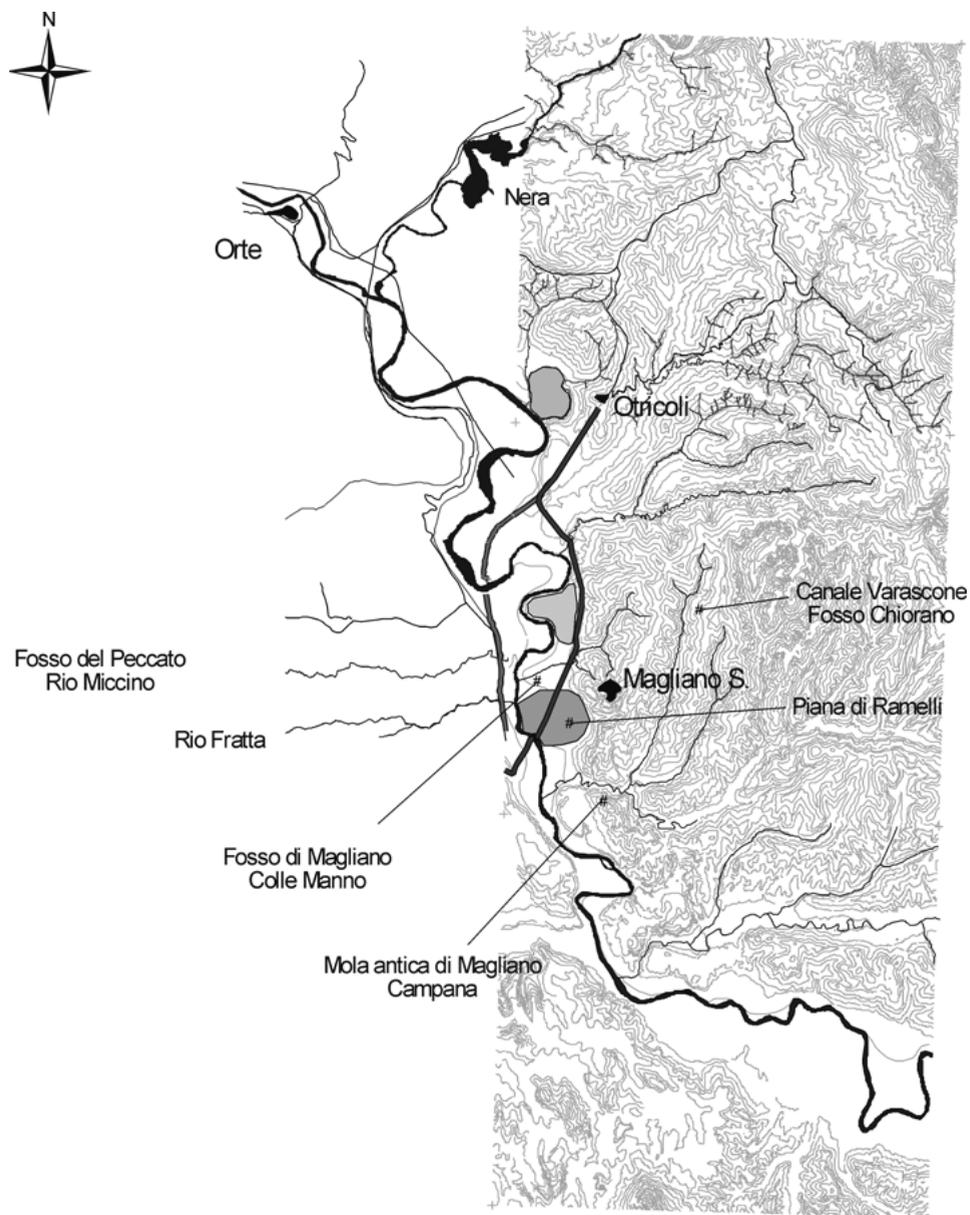


Fig. 2 – Magliano Sabina. Carta a sovrapposizione tematica del territorio compreso tra Ponte Felice ed Otricoli. Sono rappresentati: la strada consolare antica, la Via Flaminia nuova, la rete idrografica principale, l'altimetria del territorio visualizzata mediante curve di livello.

no Sabina e Otricoli (COSTANTINI *et al.* 1999): in questo tratto l'alveo del Tevere è stato pesantemente deviato in seguito ad una serie di lavori effettuati a partire dal 1589, anno della costruzione del Ponte Felice. L'assetto territoriale originario subì quindi delle radicali modifiche, che vennero, secoli dopo, ulteriormente alterate dalla costruzione dell'autostrada Roma-Firenze, che ha obliterato in parte l'ubicazione degli antichi insediamenti.

Per ricostruire l'originario rapporto degli abitati con il fiume prima del 1589 si è ritenuto opportuno indagare il tratto del Tevere all'altezza di Ponte Felice che, come attestano le fonti d'archivio, fu interessato da una serie di interventi che lo hanno incanalato in quello che è l'attuale percorso.

Per proteggere le rive dall'impeto delle acque, intorno al 1600 furono costruite delle barriere (le cosiddette "Passonate") formate da pali lignei intesi alla sponda, che venivano conficcati verticalmente in profondità nell'alveo del fiume (Tav. VII, b); questi opponevano resistenza alle acque e le facevano convogliare in nuovi canali appositamente scavati. Queste palizzate venivano disposte in forma di cassa, oppure in una sola fila di legni compatti per consentire alle deposizioni un passaggio più agevole. Successivamente fu escogitato il sistema di gettare avanti agli argini dei pali degli agglomerati di sassi di forma cilindrica ricoperti e legati con frasche, chiamati volgarmente "buzzoni". Questi, germogliando sopra la superficie dell'acqua, formavano una difesa e bloccavano il fenomeno di erosione delle rive, con la conseguente infiltrazione dell'acqua.

Per verificare la consistenza dei dati d'archivio relativi alle varie fasi di opere di rinforzo delle rive sono state condotte indagini geofisiche di dettaglio (cfr. *infra* § 4).

2.2 *Aspetti archeologici*

In età orientalizzante ed arcaica il centro emergente della zona era Magliano, per il quale l'indagine archeologica ha consentito di verificare uno sviluppo basato su più nuclei sparsi in età protostorica, che si coagulano agli inizi dell'epoca arcaica, secondo un modello insediativo di tipo etrusco-laziale (seconda metà del VII sec. a.C.) (SANTORO 1988). Con l'epoca arcaica si assiste ad un'organizzazione del territorio di Magliano con insediamenti che occupavano punti nodali lungo le principali vie di comunicazione verso l'area più interna. Esse ricalcavano le valli degli affluenti del Tevere.

Negli anni precedenti alla definitiva conquista della Sabina ad opera di Curio Dentato, sono testimoniati per la zona contatti pacifici con Roma. È esemplificativo in questo senso il patto di alleanza stretto dagli abitanti di *Ocriculum* con i Romani nel 308 a.C. La romanizzazione di quest'area della Sabina settentrionale sembra quindi essere avvenuta in modo graduale ed incruento, tra la fine del IV ed il III sec. a.C. Tale fenomeno storico provocò

la trasformazione socio-economica dell'intera regione, avviando, quindi, come testimoniato dai dati archeologici, mutamenti radicali nell'organizzazione del territorio.

Pare ormai confermato che il centro di Magliano Sabina non ebbe sviluppo in epoca romana. In base ai rinvenimenti ceramici sia delle necropoli sia del centro urbano si può fissare il decadimento e la successiva scomparsa del sito nel corso del III sec. a.C. (SANTORO 1997).

La zona, tuttavia, appare vitale fin dalle prime fasi della romanizzazione, quando il territorio di Magliano fu interessato dal sorgere di numerosi insediamenti sparsi, con chiara connotazione rustica. Gli abitati si addensano sui rilievi prossimi al Tevere, affacciandosi direttamente sul fiume o disponendosi lungo le valli secondarie, sfruttando in tal modo i corsi d'acqua che segnano la zona (ad esempio il torrente Chiorano) (Fig. 3). Le ricognizioni di superficie hanno evidenziato come i siti anticamente seguissero la direzione dei rilievi collinari e si collocassero prevalentemente o sulla sommità delle alture o, nella maggior parte dei casi, a mezza falda, privilegiando i versanti occidentali o sud occidentali delle colline. Tale situazione topografica è propria, ad esempio, degli insediamenti di età repubblicana di località S. Biagio Alto, di Fondo Miccinelli, di località Chiorano Bassa di Chiorano Alta, di Colle Cece: da tali siti proviene ceramica a vernice nera databile entro la prima metà del III sec. a.C. Il sito di Madonna Grande, invece, venuto alla luce in seguito ad un profondo scasso, non restituisce materiale ceramico datante, ma in sezione sono evidenti strutture in opera reticolata conservate in elevato e tracce di murature in opera quadrata.

Fin dalle prime fasi della romanizzazione risulta documentata nel territorio di Magliano anche la tipologia della villa nella zona di fondovalle, in diretto collegamento con il fiume Tevere, testimoniata, ad esempio, dai grandi insediamenti di Ponti Novi e di Campitelli. Quest'ultimo restituisce anfore greco italiche e ceramica a vernice nera della fine del III sec. a.C. Il sito, caratterizzato da lunga continuità di vita e da una vasta estensione, si colloca in un'area strategicamente molto importante, perché nei suoi pressi la Flaminia antica, asse viario portante della zona, attraversava il Tevere sul *pons Minucius*, le cosiddette Pile d'Augusto, dirigendosi alla volta di Otricoli. Si può anzi supporre che il tracciato della stradella interpoderale che attualmente attraversa la piana ricalchi in parte il percorso della strada consolare o di un diverticolo che ad essa conduceva.

Tutti i siti individuati, data la natura del materiale presente, tra cui molta ceramica comune, contenitori per derrate alimentari, anfore, avevano una connotazione spiccatamente rustica. In questa fase cronologica essi non presentano né una grande estensione, né un'articolazione complessa, ma sembrano essere esclusivamente legati allo sfruttamento agricolo della terra. La loro connessione con la rete idrografica della zona e con la viabilità, che

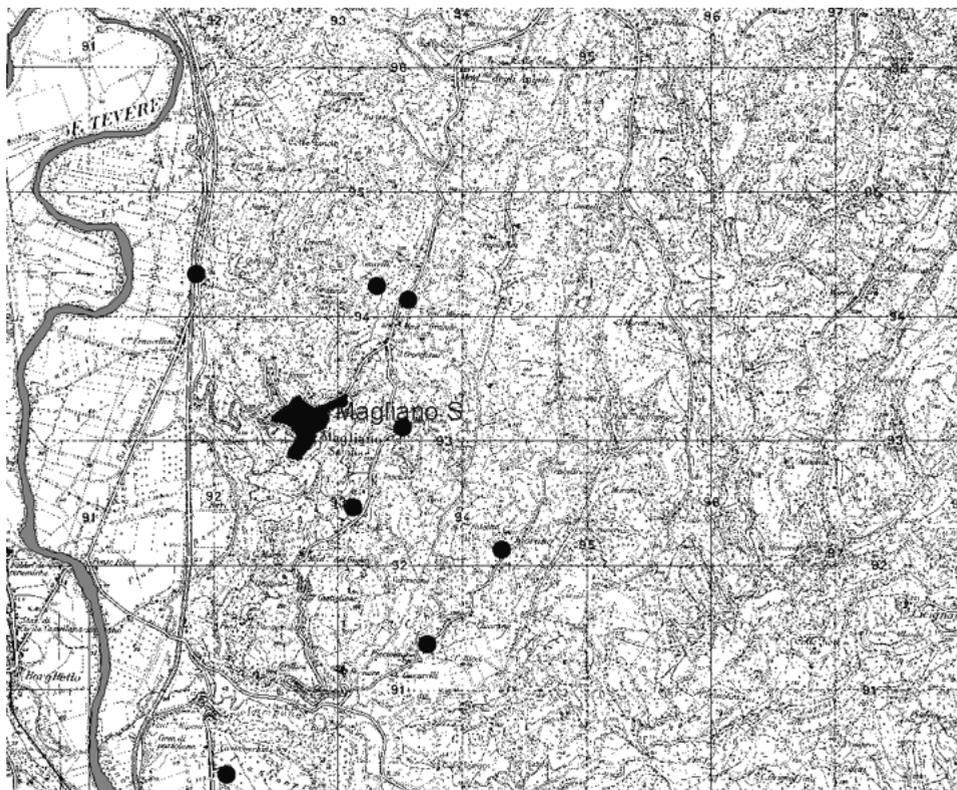


Fig. 3 – Magliano Sabina. Distribuzione degli insediamenti in epoca repubblicana.

sfruttava probabilmente le dorsali collinari, garantiva un agevole smercio dei prodotti dei fondi.

È possibile che le ville rustiche dell'area gravitassero intorno al centro di Otricoli, che divenne municipio nel 90 a.C. Data la relativa regolarità nella distribuzione degli insediamenti e la loro nascita in un arco cronologico ristretto, non è escluso, inoltre, anche se il dato potrà ricevere maggior conforto solo in seguito alla ricognizione sistematica e ad un approfondimento della ricerca, che in epoca repubblicana l'area sia stata interessata da un programma di assegnazioni viratane, così come avvenne nel territorio reatino, o di *venditio quaestoria*, come ampiamente documentato per il territorio di Cures (MUZZIOLI 1980).

In epoca imperiale il sorgere di nuovi insediamenti è molto limitato, ma la persistenza e lo sviluppo dei siti di età repubblicana sono testimoniati dalla costante presenza in tutti i contesti di rinvenimento di ceramica sigillata italica e africana A (Fig. 4).

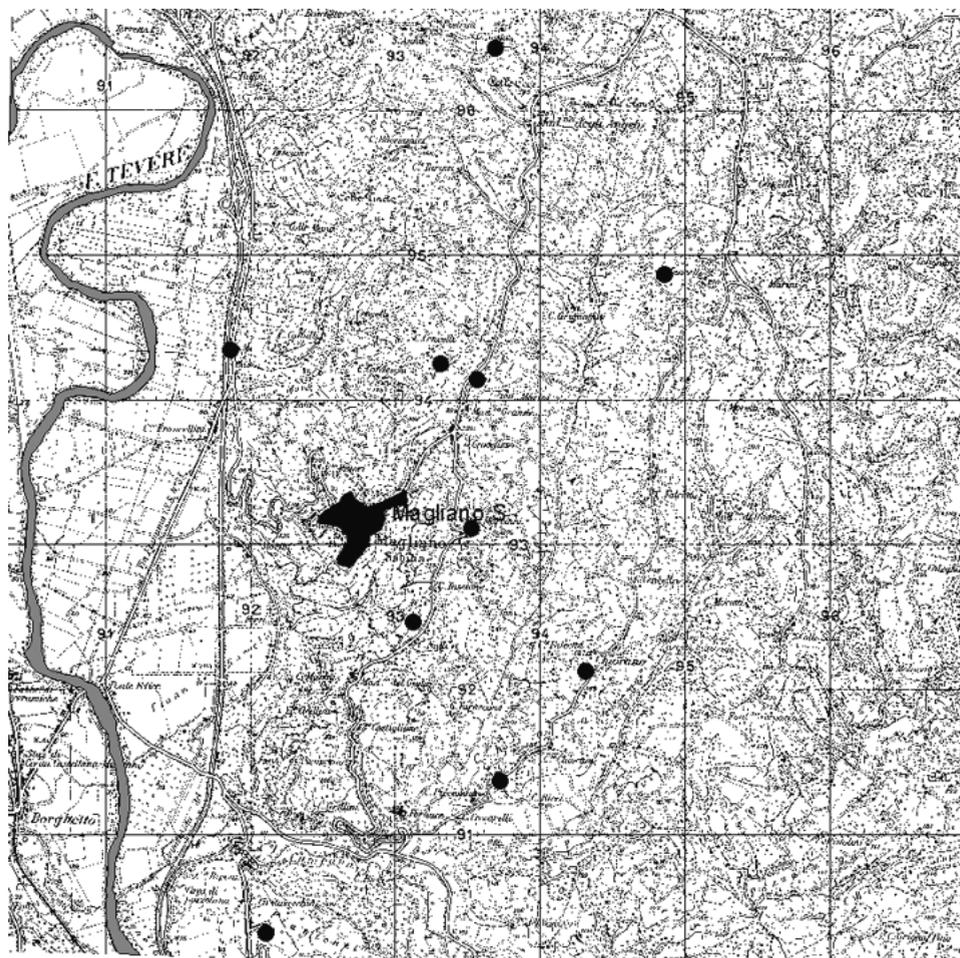


Fig. 4 – Magliano Sabina. Distribuzione degli insediamenti in età imperiale.

Alcuni insediamenti sembrano aver ricevuto una maggiore articolazione e complessità, trasformandosi, probabilmente, in vere e proprie ville rustiche padronali. È questo il caso, ad esempio, della villa di Chiorano Bassa, dove il rinvenimento di intonaci dipinti di ottima fattura e di ceramica fine suggerisce la presenza di strutture residenziali padronali, mentre un'area ben delimitata, caratterizzata unicamente da ceramica comune imperiale e tegole può essere interpretabile come la parte rustica della villa.

Anche da Colle Cece e da Chiorano Alta provengono frammenti di pavimentazione a mosaico ed intonaci colorati relativi ad ambienti di presti-

gio e rappresentanza. L'affiorare esclusivamente di materiale laterizio (frammenti di mattoni e di tegole) in un'area che dista pochi metri dall'eminenza su cui doveva sorgere la villa di Chiorano, indica probabilmente la presenza di una fornace connessa al fondo.

Esemplificativo, inoltre, è il caso di Ponti Novi, che in età imperiale dovette ricevere un forte impulso edilizio, come indica il ritrovamento sul sito di un busto marmoreo femminile databile al II sec. d.C., di rocchi di colonna di notevoli dimensioni, di una lastra marmorea iscritta (FILIPPI 1979). La fine di tutti gli insediamenti fino ad oggi conosciuti sul territorio di Magliano sembra porsi tra il II ed il III sec. d.C., ad eccezione di quello di Campitelli, sul quale la ceramica africana D attesta la frequentazione fino almeno al V sec. d.C. La vitalità del sito fino ad età tardo imperiale è motivata probabilmente dalla sua posizione favorevole agli scambi ed alle comunicazioni sulla via consolare Flaminia.

3. LA GESTIONE INFORMATIZZATA DEI DATI TERRITORIALI

I dati relativi ai siti archeologici sopra descritti, dopo essere stati opportunamente posizionati sul terreno, sono stati inseriti e gestiti all'interno di un GIS dedicato, con lo scopo di analizzare, mediante lo strumento informatico, i processi evolutivi legati al territorio e di studiare le interazioni avvenute tra l'uomo e l'ambiente nel corso del tempo. Il GIS della zona è stato realizzato mediante l'impiego del software TShark per costruire i tematismi e il relativo database, e di ArcView per visualizzare i dati e gestire gli output. TShark, infatti, consente di implementare l'editing grafico con la creazione di link a database opportunamente strutturati, correlando, quindi, in maniera biunivoca tramite le sue coordinate, un elemento topologico del territorio con il record di una banca dati. Quest'ultima è stata organizzata impiegando archivi strutturati in file tabellari (tipo quelli utilizzati dai sistemi DBIII e DBIV), gestiti direttamente dai software cartografici utilizzati.

Per una classificazione preliminare degli elementi territoriali si è deciso di elaborare una scheda sintetica e dalla struttura semplice, che consenta di facilitare e velocizzare l'input dei dati.

Interrogando la banca dati è possibile ottenere alcune elaborazioni relative ai rapporti esistenti tra gli elementi geografici e le presenze archeologiche. Si prevede, comunque, di organizzare i dati in archivi più complessi che gestiscano l'informazione storica in modo completo ed articolato.

Come accennato, il GIS è stato costruito utilizzando le tavolette dell'IGM a scala 1:25.000 in formato raster con risoluzione di 300 dpi e la relativa orografia numerica vettoriale con curve di livello a 25 metri. Alcuni tematismi, quali l'idrografia, i percorsi stradali moderni ed antichi, le infrastrutture di maggiore rilievo sono stati digitalizzati da mappe cartacee e quin-

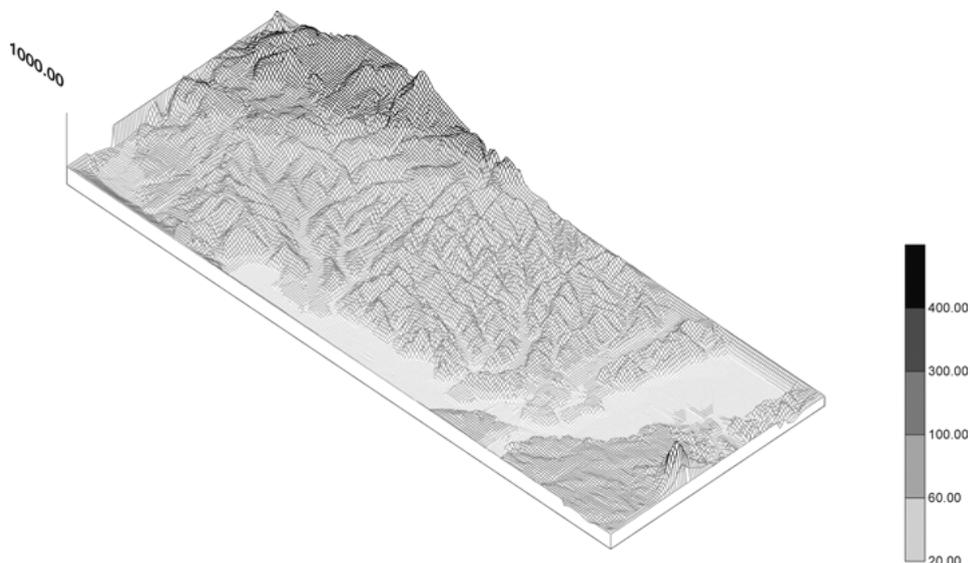


Fig. 5 – Magliano Sabina. Modello digitale del terreno. L'elaborazione rappresenta l'orografia del territorio. La tonalità di grigio più chiaro indica la valle del Tevere.

di anch'essi inseriti nel database. Hanno arricchito il GIS di riferimento le fotografie aeree della zona (volo della RAF del 1944 e volo della SARA NISTRI del 1979), le quali, georeferenziate e opportunamente mosaiccate, hanno prodotto informazioni utili per lo studio territoriale.

Questi elementi primari sono serviti a realizzare mappe tematiche più complesse, come il DTM (Fig. 5), prodotto generando sui dati provenienti dall'orografia numerica un grigliato regolare di quote a passo di 50 metri. I profili altimetrici del terreno sono stati elaborati sulla base di tale grigliato. La scelta del passo è stata determinata dal fatto che, essendo i dati digitali relativi all'area esaminata estremamente cospicui, l'applicazione di un intervallo più stretto avrebbe reso difficoltosa la loro gestione, producendo elaborati troppo densi d'informazione e, quindi, poco chiari e accompagnati da un'eccessiva dilatazione dei tempi di calcolo. Nelle zone di maggior interesse, poi, si è proceduto ad infittire i punti, per ottenere modelli del terreno estremamente dettagliati.

La rappresentazione DTM in formato vettoriale evidenzia le caratteristiche morfologiche del territorio permettendo, inoltre, di effettuare alcune successive elaborazioni, quali il DEM in falsi colori, i diagrammi delle pendenze (Fig. 6) e delle esposizioni dei versanti. Queste mappe si sono rivelate di grande utilità per lo studio storico-archeologico della zona, in quanto hanno favorito il riconoscimento di alcune costanti nella distribuzione degli inse-

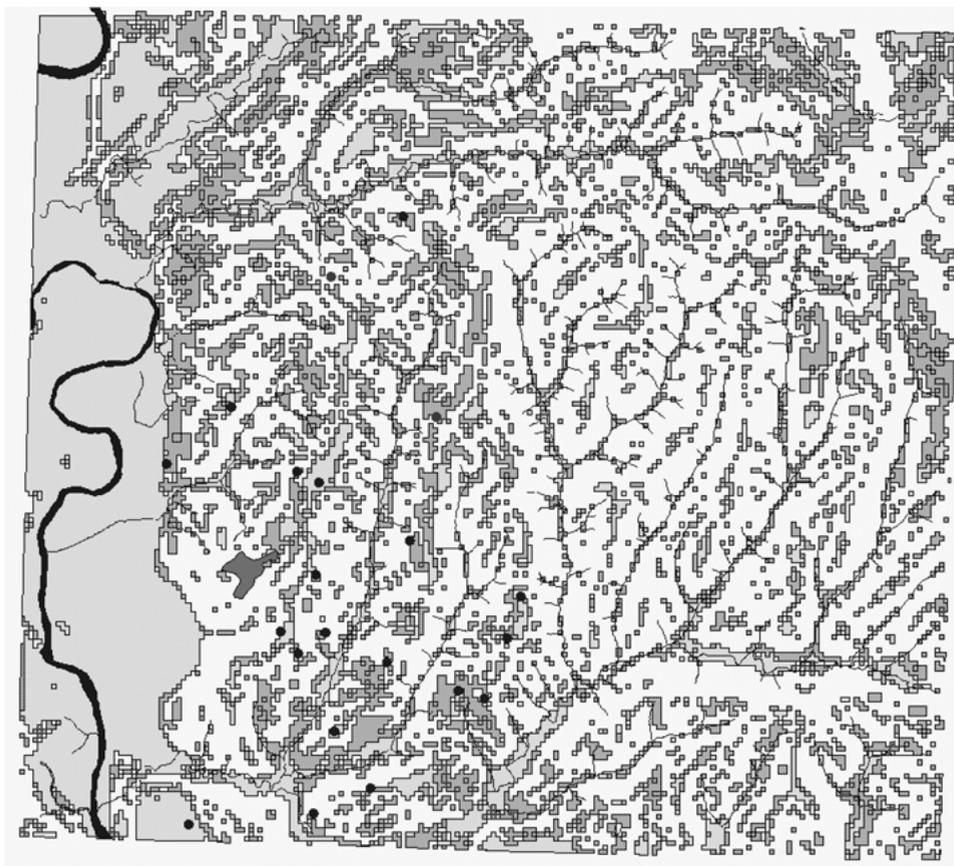


Fig. 6 – Magliano Sabina. Mappa delle pendenze: il colore grigio chiaro rappresenta inclinazioni del terreno comprese tra 0 e 5 gradi, il grigio scuro le pendenze comprese tra 5 e 10 gradi. I punti neri indicano la posizione degli insediamenti di età romana.

diamenti. Emerge chiaramente, infatti, che in età romana gli spazi insediativi privilegiati erano i versanti collinari poco scoscesi, esposti ad ovest e a sud-ovest e che la fascia altimetrica di maggior popolamento era compresa tra i 100 ed i 200 metri s.l.m.

Inoltre è stato possibile, utilizzando appropriate tecniche di elaborazione, processare il modello DTM sfruttandone la tridimensionalità, per analizzare in dettaglio l'andamento del dislivello e le minime irregolarità del terreno. La mappa, evidenziando le fasce altimetriche e sottolineando le variazioni di quota, delinea chiaramente la valle del Tevere ed individua le possibili aree di esondazione fluviale. L'algoritmo shaded, invece, tramite il qua-

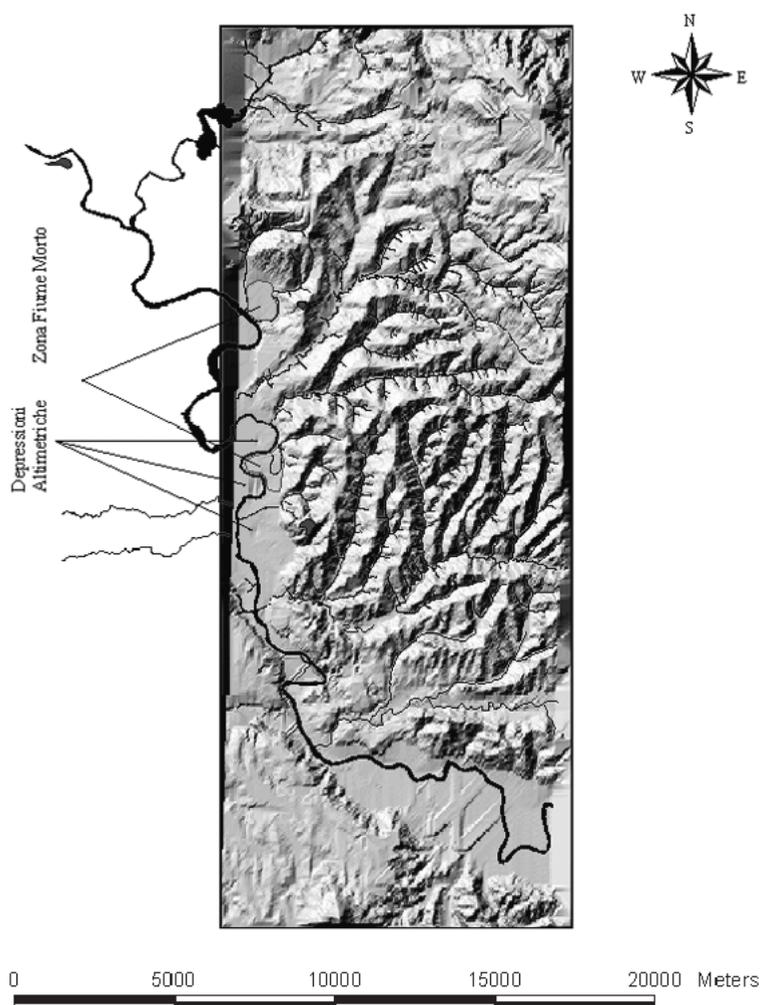


Fig. 7 – Magliano Sabina. Carta delle quote altimetriche ottenuta utilizzando l’algoritmo di elaborazione numerica “shaded”. L’elaborazione descrive con chiarezza la valle del Tevere ed evidenzia alcune anomalie lineari lungo la sponda sinistra del fiume.

le il DTM viene illuminato da un’ipotetica sorgente di luce posta in diversi punti dello spazio, si è rivelato molto utile per definire le minime variazioni di altimetria (Fig. 7). Sull’area studiata, questo tipo di elaborazione ha messo in luce alcune anomalie superficiali con andamento rettilineo a lato dell’attuale letto del fiume Tevere ai piedi della collina di Magliano. Tali lineamenti potrebbero costituire la testimonianza dell’antico passaggio del Tevere, prima che l’intervento umano ne deviasse il corso.

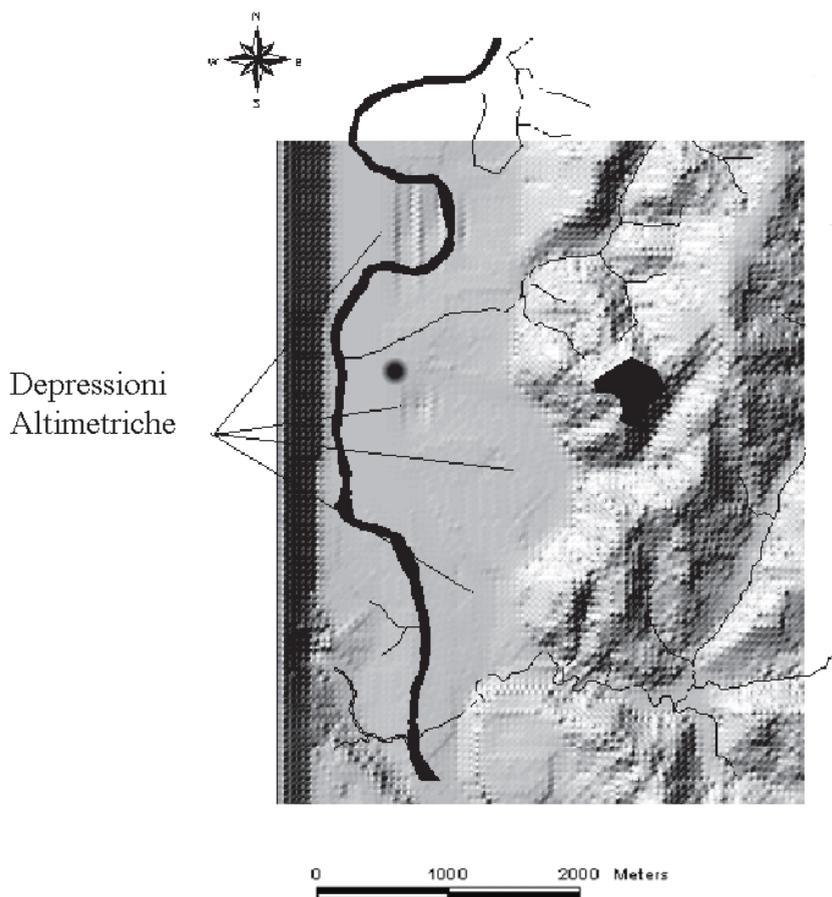


Fig. 8 – Magliano Sabina. Carta delle quote altimetriche ottenuta utilizzando l’algoritmo di elaborazione numerica “shaded”. Dettaglio della Piana di Ramelli, che si estende sotto la collina di Magliano. Il punto nero indica l’area dove sono state effettuate le prospezioni geofisiche.

Per evidenziare le tracce del paleoalveo, sulla zona interessata è stato prodotto un modello digitale di dettaglio infittendo il grigliato di quote fino a 10 metri (Fig. 8). Le informazioni emerse dalle elaborazioni GIS appaiono concordare con la cospicua documentazione archivistica e con le mappe ed i disegni ricostruttivi relativi ai lavori effettuati sul fiume tra il 1590 ed il 1846 (COSTANTINI *et al.* 1999). Infatti, l’esame dei dati d’archivio ha evidenziato che il fiume subì le modifiche più pesanti proprio nella Piana dei Ramelli, dove per costringere l’acqua a fluire nei nuovi argini furono costruite massicce barricate lignee.

4. PROSPEZIONI GEOFISICHE NEL TERRITORIO DI MAGLIANO SABINA

L'applicazione delle metodologie di prospezione geofisica per le indagini degli strati più superficiali del terreno, interessati dalla presenza di presistenze antropiche sepolte, è nota ed impiegata da tempo. I metodi più frequentemente usati sono il Geoelettrico, il Magnetometrico ed il Georadar, mentre altri metodi quali quello Sismico, l'Elettromagnetico induttivo ed il Microgravimetrico sono stati impiegati in modo meno frequente.

Tutti i metodi geofisici misurano le variazioni di singoli parametri fisici del terreno, pertanto se impiegati da soli non permettono in genere una completa caratterizzazione dei corpi che si intendono individuare. Lo sviluppo, viceversa, di opportune tecniche di indagine integrata può fornire, in linea di principio, un insieme di informazioni, acquisite da diversi punti di vista, in grado di aumentare l'affidabilità dell'interpretazione finale. Scopo delle prospezioni geofisiche è quello di ricavare elementi utili all'individuazione delle strutture ipotizzate dagli archeologi (BRIZZOLARI *et al.* 1992).

Poiché il caso in studio prevede come obiettivo delle indagini l'individuazione delle opere in pali di legno, si è reputato utile impostare una prospezione integrata impiegando, in una prima fase, il metodo magnetometrico differenziale e successivamente, per un maggior dettaglio, il metodo geoelettrico.

4.1 Metodo magnetometrico differenziale

Nei siti archeologici, le anomalie magnetiche sono la conseguenza del contrasto tra le proprietà magnetiche delle strutture antropiche e quelle del terreno circostante.

La presenza di minerali ferro e ferri-magnetici determina la suscettività magnetica in un terreno; ma la magnetizzazione termoresidua che si presenta in alcuni casi è la maggiore responsabile delle anomalie nel terreno. Infatti, nelle zone archeologiche, essa assume importanza non per l'intensità, ma perché è solitamente associata a caratteristiche strutture o oggetti che si ritrovano nei resti di abitazioni (terrecotte, ceramica, forni, focolari ecc.). In genere i muri sono di più difficile individuazione rispetto alle buche o ai fossati; ciò è anche dovuto alla frammentazione dei reperti seppelliti. Nel caso in studio è stata ipotizzata una variazione, anche se debole, delle caratteristiche magnetiche tra i pali di legno ed il terreno che li contiene.

Per la prospezione magnetica nell'area test indicata nella Fig. 8, si è fatto uso del gradiometro fluxgate Geoscan FM36. Questo strumento misura il gradiente verticale della componente Z del Campo Magnetico Terrestre (CMT), con un'interdistanza tra i sensori di 0.5 m. Tenendo in considerazione la profondità e le dimensioni delle strutture ricercate, le misure sono state acquisite lungo profili paralleli, orientati S-N, ai nodi di una griglia regolare

di 1 m, all'interno di un'area di dimensioni 40 m×60 m. La sensibilità strumentale adottata è pari a 1 nT/m (nanoTesla/metro).

I dati così raccolti sono stati trasferiti su PC portatile direttamente sul campo e successivamente elaborati, assemblati e rappresentati. Nel corso della elaborazione è stata seguita la seguente procedura:

- a) eliminazione all'interno di ogni quadrato di dimensioni 20×20 sia di eventuali valori puntiformi isolati (disturbi ambientali superficiali), che di possibili errori strumentali;
- b) calcolo dei valori residui, operando un'interpolazione con funzioni di primo grado con lo scopo di ridurre da un lato gli effetti di stiramento ai bordi di congiunzione tra differenti quadrati e dall'altro i contributi riconducibili a strutture più profonde;
- c) assemblaggio dei quadrati per ricostruire l'intera area 40×60.

I risultati di queste elaborazioni sono rappresentati in forma di mappa per isolinee dei valori residui del gradiente della componente verticale del CMT e sono riportati nella Tav. VIII, a-1. L'analisi di queste mappe permette di osservare che l'area 40 m×60 m risulta caratterizzata da innumerevoli anomalie di varia forma, comprese in un intervallo dei valori da - 4 a +4 nT/m. In particolare si notano delle fasce con diversi gradi di curvatura, caratterizzati da una associazione continua di valori negativi e positivi che fanno presupporre che nel sottosuolo siano presenti le strutture ipotizzate (porzioni della palificazione in legno).

Per aumentare il rapporto S/N e per meglio definire la localizzazione spaziale e l'orientamento delle strutture ipotizzate, è stata applicata la tecnica di elaborazione nota come cross-correlazione bidimensionale (BRIZZOLARI *et al.* 1993; PIRO *et al.* 1998). Tale tecnica si basa sul confronto della forma delle anomalie attese (modelli teorici opportunamente calcolati) con quelle effettivamente riscontrate durante la prospezione. Per il calcolo delle anomalie teoriche, relative ad una porzione unidimensionale 1×1×1 (unità di griglia) del corpo ipotizzato, sono stati impiegati gli algoritmi proposti da TALWANI (1965). Le anomalie magnetiche teoriche sono state calcolate con i seguenti parametri geomagnetici: $F = 45000 \text{ nT}$, $I = 55^\circ$, $D = 0^\circ$ e supponendo una magnetizzazione uniforme M ed un contrasto costante di suscettibilità.

Infine, i risultati della cross-correlazione 2D sono stati normalizzati, in relazione ai modelli utilizzati, per ottenere una variazione compresa tra -1 e +1. Quanto più il valore di cross-correlazione si avvicina ad 1, tanto più il modello impiegato conferma i dati sperimentali. La mappa di Tav. VIII, a -2 mostra i risultati della cross-correlazione 2D normalizzata, dove è possibile verificare come tale algoritmo abbia permesso di delineare la posizione e l'estensione dei corpi attesi.

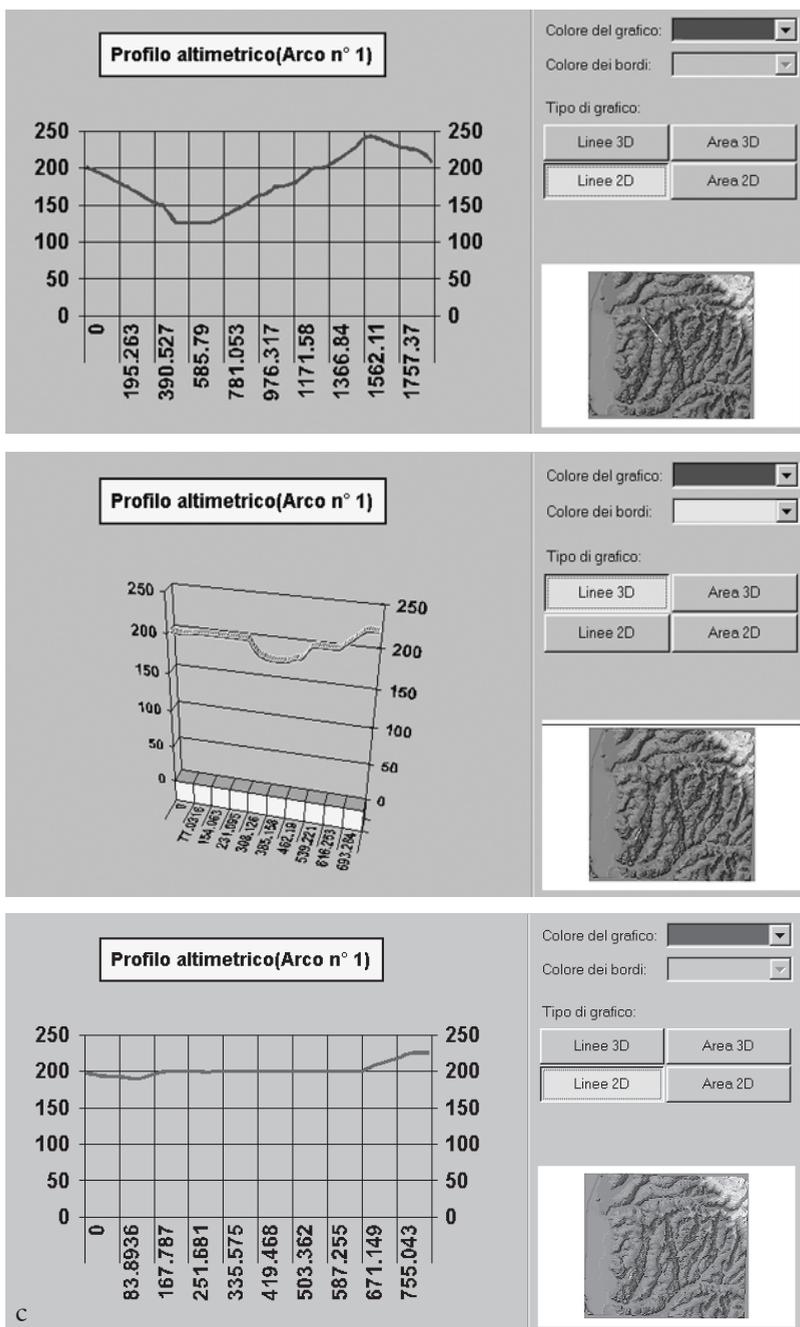


Fig. 9 – Magliano Sabina. Rappresentazione tridimensionale dell'area in corso di studio. Ricostruzione di alcuni profili altimetrici del terreno. Essi sono stati calcolati per individuare i percorsi più agevoli che collegavano gli insediamenti (b, c) e per ricostruire il rapporto di visibilità esistente tra siti della stessa epoca (a).

5. CONCLUSIONI

La Tav. VIII, b mostra un primo tentativo di rappresentare l'area studiata in una visione a tre dimensioni, su cui sono sintetizzate tutte le informazioni lette sul territorio. Su tale mappa sono posizionati i siti archeologici di età romana distinti cronologicamente, la principale viabilità antica, l'ipotetico corso del Tevere prima della deviazione forzata, la rete idrografica del territorio. Questi elementi, organizzati su mappe digitali create dal GIS, possono aiutare a comprendere le reciproche relazioni degli abitati storici (posizione, altitudine, attività ecc.) all'interno di un determinato contesto ambientale. Infatti nella rappresentazione 3D gli elementi topografici del territorio compaiono nella loro forma reale: ad esempio, una strada che su una normale carta geografica è rappresentata da una linea piatta, nel modello 3D viene raffigurata secondo il suo possibile percorso altimetrico. Ne consegue pertanto la possibilità di stimare la distanza degli insediamenti tenendo conto dell'andamento del terreno (Fig. 9b, c) o verificare i rapporti di visibilità diretta tra gli abitati (Fig. 9a). Lo studio del legame esistente tra le vie di comunicazione della zona e gli insediamenti antichi è in via di approfondimento.

L'ulteriore fase del progetto, in corso di realizzazione, si articola in una serie di ricognizioni intensive e sistematiche a copertura totale dell'area oggetto di studio (territorio di Magliano Sabina) per l'individuazione di tutti i siti archeologici; nella loro georeferenziazione mediante rilievi GPS; nella definizione dei loro limiti areali e delle strutture sommerse, mediante proiezioni geofisiche integrate; nella raccolta sistematica e selettiva del materiale archeologico.

Tramite tali fasi della ricerca il GIS dell'area in studio verrà arricchito di nuovi elementi che concorreranno, con quelli già acquisiti, alla ricostruzione storica dell'ambiente.

FRANCESCA COLOSI, ROBERTO GABRIELLI, SALVATORE PIRO
Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali
CNR - Area della Ricerca di Roma, Montelibretti

ALESSANDRA COSTANTINI, PAOLA SANTORO
Istituto per l'Archeologia Etrusco-Italica
CNR - Roma

RINGRAZIAMENTI

Sentiti ringraziamenti vanno alla Dott.ssa L. Agneni per il costante apporto prestato alla ricerca, al Sig. V. Menicucci che ci ha aiutato con la sua conoscenza del territorio, al Sig. D. Verrecchia per il contributo dato durante l'acquisizione dei dati geofisici. I risultati del presente lavoro sono stati oggetto di una presentazione al II Congresso Internazionale "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" (*The*

study of the territory using different methods of investigation: The case of the Tiber valley (Central Italy), svoltosi a Parigi nel luglio 1999 e sono inoltre riportati in forma sintetica sui pannelli esposti alla Mostra "Il territorio racconta. Il caso del Tevere" inaugurata il 12 aprile 1999 presso il Museo Civico di Magliano Sabina.

BIBLIOGRAFIA

- BOUROGH P.A. 1986, *Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment*, Oxford, Clarendon Press.
- BRIZZOLARI E., CARDARELLI E., PIRO S., VERSINO L. 1993, *Detection of subsurface magnetic anomalies of archaeological interest: Computation of threedimensional magnetic anomalies and interpretation using bidimensional cross-correlation*, in A. VOGEL (ed.), *Theory and Practice of Applied Geophysics*, vol. 7, Wiesbaden, Vieweg Publishing, 3-35.
- BRIZZOLARI E., PIRO S., VERSINO L. 1992, *Monograph on the geophysical exploration of the Selinunte Archaeological Park*, «Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata», 34, 134-135, 82-217.
- COSTANTINI A. 1999, *Esposizione dei dati d'archivio sui lavori eseguiti nel Tevere tra il 1590 e il 1846*, in F. COLOSI, A. COSTANTINI, A. DE MEIO, R. GABRIELLI, *Il Tevere ed il suo antico corso*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 249-273.
- FILIPPI G. 1979, *Regio IV. Sabina et Samnium. Forum Novum*, «Supplementa Italica», n.s. 5, Roma, Quasar, 145-234.
- GAMURRINI G.F., COZZA A., PASQUI A., MENGARELLI R. 1972, *Carta archeologica d'Italia (1881-1897). Materiali per l'Etruria e la Sabina, Forma Italiae*, II, 1, Firenze, Olschki.
- MUZZIOLI M.P. 1980, *Cures Sabini, Formae Italiae*, IV, 2, Firenze, Olschki.
- PIRO S., SAMIR A., VERSINO L. 1998, *Position and spatial orientation of magnetic bodies from archaeological magnetic surveys*, «Annali di Geofisica», 41, 3, 343-358.
- QUILICI GIGLI S. 1986, *Scali e traghetti sul Tevere in epoca arcaica*, «Quaderni di Archeologia Etrusco-Italica», 12, 71-89.
- QUILICI GIGLI S., SANTORO P. 1990, *Magliano Sabina: la necropoli ed il centro arcaico*, «Quaderni di Archeologia Etrusco-Italica», 19, 307-319.
- SANTORO P. 1988, *Magliano Sabina: una lettura diacronica del territorio sulla base dei materiali del Museo Civico*, «Quaderni di Archeologia Etrusco-Italica», 9, 335-343.
- SANTORO P. 1997, *Magliano: origini e sviluppo dell'insediamento*, «Quaderni del Museo Archeologico di Magliano Sabina», 2, Roma, 79-85.
- TALWANI M. 1965, *Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape*, «Geophysics», 30, 5, 797-817.

ABSTRACT

In general, a territory can be considered as the centre which contains all information related to different historical ages. The study of a portion of a given territory characterised by the presence of archaeological sites must be aimed at the complete and accurate acquisition of environmental data (e.g. topography, geo-morphology, litho-stratigraphy, land use, etc.), which will be used for an overall study of the site, the reconstruction of the man-environment interaction, and the evaluation of possible applications of geophysical prospecting methods.

By interpreting different sets of remote-sensing data, studying existing geological and geo-morphological information and through systematic field work (e.g. archaeological survey, geophysical investigations, etc.), a wide spectrum of environmental data can be collected.

The methodology of a complete analysis of the territory can be summarised as follows: analysis of remote-sensing data sets and their geo-referencing; DTM of the selected study area; morphological and geological definition of the selected study area; identification, location and geo-referencing of all archaeological sites in the territory; high-resolution integrated geophysical prospecting methods, to delineate the extension of the site and to locate the archaeological structures; a complete description of the site in its environmental context; definition of an integrated analysis method, based on the spatial correlation of the different data sets; study and design of a GIS for the management of all data sets which have been collected, elaborated and interpreted; definition of a model for the knowledge and protection of the historical and environmental aspects of the territory.

