

## UN ARCHIVIO GEOREFERENZIATO DI INSEDIAMENTI ARCHEOLOGICI

### 1. INTRODUZIONE

Questo contributo si è sviluppato dalla ricerca svolta da due degli autori sotto la guida del prof. Guido Vannini dell'Università di Firenze, iniziata come tesi di laurea (PARDI 1995) ed avente come oggetto la rilevazione di siti medievali in Toscana. Per quanto riguarda l'area che qui presentiamo, i dati sono stati già immessi nel database, che è quindi già operativo, mentre è tuttora in corso l'acquisizione dei dati e la costituzione del database relativo a un'altra zona della Toscana.

L'obiettivo della rilevazione è la documentazione storico-territoriale delle emergenze archeologiche medievali, per consentire:

- la registrazione dei dati territoriali, sia topografici che antropici, con uno strumento in grado di ricevere una lettura stratigrafica del territorio, sia verticale che orizzontale;
- l'integrazione tra fonti di natura diversa: materiali, scritte, iconografiche, cartografiche;
- la lettura storica e la lettura diagnostica del territorio, per pianificare la conservazione (vincoli, interventi, restauri) da un lato e la ricerca dall'altro (ricerca di superficie intensiva, ad esempio con le tecniche dell'archeologia del paesaggio, pianificazione delle campagne di scavo o di analisi archeologica).

Rispetto a questo programma, non è perciò casuale ma diventa un passaggio obbligato la scelta dello strumento informatico, che resta tuttavia aperto sia all'immissione di nuovi dati che alla realizzazione di ulteriori operatività. In questa prospettiva si collocano le riflessioni e le proposte formulate nella seconda parte della relazione, che nascono da una collaborazione interdisciplinare da tempo in atto: essa si è già concretizzata nella messa a punto di un sistema informativo efficiente ed ha fornito lo stimolo per le idee che oggi presentiamo, che forse possono trovare applicazione anche al di fuori del contesto che le ha prodotte. Anche per queste l'esperienza e i suggerimenti del prof. Vannini sono stati preziosi.

### 2. AMBITO DI STUDIO

Il territorio studiato, corrispondente all'area controllata dalla famiglia comitale Ardenghesca, tra i secoli XI e XIV, si trova nella Toscana centro meridionale, parte nella provincia di Siena e parte in quella di Grosseto.

La storia della famiglia, al contrario di quanto avvenne delle altre dinastie di conti senesi, fu caratterizzata dalla compatta aggregazione territoriale nella zona tra il Farma e l'Ombrone che fu densamente incastellata e nella quale venne insediata l'abbazia di S. Lorenzo dell'Ardenghesca.

Le caratteristiche del dominio – l'ubicazione, il potenziale umano e la dimensione (circa 500 Km<sup>2</sup>) – furono i motivi per i quali il Comune di Siena, compresso a Nord a Est e a Ovest dai territori di Firenze, Arezzo e Volterra, sin dalla prima offensiva a metà del secolo XII, perseguì la propria espansione verso Sud, per ottenere il controllo del corridoio Siena-Roselle e quindi l'accesso al mare, ai danni della Contea.

Il graduale processo di sottomissione degli Ardengheschi al Comune di Siena è documentato nel 1179 dal patto di alleanza e di subordinazione – nel quale sono minuziosamente descritti i confini della Contea – e negli anni 1202, 1213, 1254 e 1264, da reiterati giuramenti, tra i quali quello del 1254 nel quale ciascun nucleo familiare si sottomise con i propri eredi, con *castrum, curia et habitatores eiusdem*, promettendo perenne obbedienza e la disponibilità dei castelli per le esigenze militari senesi.

Durante la lunga fase di progressiva sottomissione, la famiglia fu costretta a spostarsi verso Sud ed i singoli nuclei familiari si organizzarono ciascuno presso un castello trasferendovi il titolo comitale: Conti di Civitella, di Pari e di Fornoli.

Altri elementi contribuirono, comunque, alla disgregazione della Contea; essi furono da una parte lo sviluppo di forme di autonomia di comuni di castello attraverso l'istituzione di propri rettori e la redazione di propri statuti, dall'altra la contrazione del territorio dovuta a vendite al Comune di Siena, donazioni a enti religiosi, cessioni per debiti contratti dalla famiglia con banchieri e mercanti, che costituirono grosse proprietà fondiarie nel contado e acquistarono diritti e giurisdizioni su castelli e residenti.

Alla fine del '300 il processo di erosione della contea era esaurito e gli Ardengheschi erano stati completamente soppiantati, nel dominio e nella giurisdizione del territorio, dalla Repubblica di Siena.

La metodologia utilizzata per la ricostruzione della rete insediativa è stata applicata all'intera area di influenza del dominio Ardenghesco, mediante la catalogazione degli insediamenti attestati dalle fonti nell'ambito cronologico del dominio comitale.

### 3. LA SCHEDA DI RILEVAZIONE E LA STRUTTURA DEL DATABASE

Per la catalogazione degli insediamenti è stata creata una scheda utilizzando come base la scheda Sito elaborata da A. Ricci (RICCI 1983), adattandola alle necessità che derivano dalla rilevazione di insediamenti medievali, ovvero integrando numerose voci relative ai dati storici ed ambientali.

La Fig. 1 illustra il tracciato attuale della scheda.

Denominazione <input type="text"/>		Identificativo <input type="text"/>	
Località <input type="text"/>		Comune <input type="text"/>	Provincia <input type="text"/>
Abitato <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Abbandonato <input type="checkbox"/>	
Coordinate punto di riferimento <input type="text"/>		Altitudine: min <input type="text"/> max <input type="text"/>	
Riferimenti IGM <input type="text"/>		Riferimenti CTR <input type="text"/>	
Geomorfologia <input type="text"/>		Catasto <input type="text"/>	
Idrografia <input type="text"/>			
Uso del suolo <input type="text"/>		Visibilità <input type="text"/>	
Definizione documentaria <input type="text"/>		Fonte <input type="text"/>	
Origine toponimo <input type="text"/>			
Varianti toponimo <input type="text"/>			
Avvenimenti			
Data <input type="text"/>	Descrizione <input type="text"/>	Fonte <input type="text"/>	
		Fonte <input type="text"/>	Ambito cronologico <input type="text"/>
Giurisdizione civile antica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dominio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Giurisd. ecclesiastica antica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Diocesi	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pieve	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Chiesa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Patronato	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Monastero	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Strade antiche	<input type="text"/>		
Cartografia	<input type="text"/>		
Iconografia	<input type="text"/>		
Epiografia	<input type="text"/>		
Fonti orali	<input type="text"/>		
Descrizione storica	<input type="text"/>	Fonte <input type="text"/>	
Descrizione situazione attuale	<input type="text"/>		
Vincoli			
Tipo <input type="text"/>	Caratt. <input type="text"/>	Numero <input type="text"/>	Riferimento <input type="text"/>
Scavi: Data <input type="text"/>	Direttore <input type="text"/>	Rif. bibliografico <input type="text"/>	
Materiali rinvenuti: Tipo <input type="text"/>	Quantità <input type="text"/>	Collocazione <input type="text"/>	Riferimento <input type="text"/>
Itinerario di accesso <input type="text"/>	Gruppo archeologico di zona <input type="text"/>		
Data compilazione <input type="text"/>	Compilatore <input type="text"/>	Schede collegate <input type="text"/>	

Fig. 1

I dati rilevati, organizzati sotto forma di database relazionale, vanno a costituire più archivi:

*Archivio principale* contenente le sezioni che riuniscono i dati amministrativi, geografici, ambientali, storici, descrittivi e interpretativi.

*Dati amministrativi:* riunisce informazioni sulla gerarchia amministrativa civile e religiosa della località in oggetto, specificando se tale località è abitata o abbandonata.

*Dati geografici:* riguarda la collocazione geografica, identificata sulle cartografie

I.G.M. e C.T.R. e l'altitudine minima e massima dell'insediamento.

*Dati ambientali:* riunisce le informazioni relative alle caratteristiche geologiche, idrografiche e di uso del suolo della località, specificando anche il grado di visibilità dell'insediamento.

*Dati storici:* la sezione storica risulta la più ampia e riunisce i dati riguardanti l'origine del toponimo, la giurisdizione civile ed ecclesiastica antica, le informazioni sulla viabilità storica, i riferimenti alla presenza di epigrafi, cartografie e/o iconografia storica.

*Dati descrittivi:* vi si riportano le descrizioni del sito desunte dalla bibliografia e la descrizione dovuta alla ricognizione sul luogo; le fonti orali raccolte e le informazioni sulla presenza di scavi archeologici, e sui vincoli che vi insistono.

*Dati interpretativi:* riunisce i dati sulla destinazione d'uso del sito nelle varie epoche, sulla sua estensione e fornisce un'interpretazione generale basata sull'elaborazione dei precedenti dati.

*Altri dati:* riporta indicazioni sul riferimento catastale, il nome del gruppo archeologico di zona, il percorso di accesso al sito, e l'eventuale rinvenimento di materiali e la loro collocazione.

*Archivio storico documentario* contenente gli avvenimenti storici relativi ai siti esaminati desunti da fonti edite e inedite.

*Archivio delle fotografie e dei disegni* contenente le fotografie, i filmati, le piante, i prospetti e i rilievi relativi a ciascuno dei siti.

*Archivio cartografico* contenente la cartografia storica e la cartografia attuale di ogni sito.

*Archivio bibliografico* contenente la bibliografia generale relativa agli insediamenti schedati.

La terminologia è stata normalizzata mediante l'uso di tabelle utilizzate come archivi di servizio.

Ogni scheda è georeferenziata mediante le coordinate di un suo punto al quale è riferita la planimetria del sito. La Fig. 2 illustra la struttura complessiva del database e la sua organizzazione.

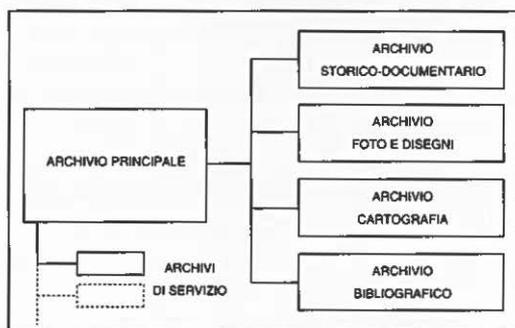


Fig. 2

Nel database sono registrati i dati di tutti gli insediamenti di origine medievale (143 in totale, di cui 30 allo stato di rudere e 6 scomparsi) collocati nell'area di circa 500 Km<sup>2</sup> corrispondente, come si è detto, al territorio dominato dalla famiglia comitale Ardenghesca. I siti presentano un'ampia varietà di condizioni: si tratta di castelli, villaggi fortificati, villaggi aperti, monasteri, pievi ed infine di mulini. Come già detto, ogni oggetto presente nel database è riferito a coordinate spaziali ed è quindi suscettibile di elaborazione anche da questo punto di vista.

#### 4. IL DATABASE COME SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

La presenza dei riferimenti geografici permette di effettuare delle analisi che tengano in considerazione anche l'aspetto spaziale. Prima di tutto si possono citare le possibilità di restituzione dei risultati di interrogazioni non soltanto come viste del database o liste di oggetti ma anche in forma cartografica. È inoltre possibile integrare i dati presenti nel database con altre informazioni anch'esse georeferenziate, ad esempio con finalità di pianificazione o di salvaguardia, utilizzando come elemento di collegamento fra dati di fonte diversa il comune riferimento spaziale.

L'aspetto che vogliamo trattare riguarda però le possibilità di analisi spaziale consentite dal riferimento geografico insieme alla disponibilità di informazioni cartografiche sotto forma digitale. Tali elementi rendono possibile dare una risposta a domande sulle relazioni di carattere spaziale che intercorrono fra gli oggetti presenti nel database: ad esempio, il chiedersi se i punti censiti, o alcuni di essi, sono collegati a vista a due a due a formare una catena, può ricevere una risposta algoritmica anziché richiedere un non sempre possibile sopralluogo.

Ogni elaborazione che contempra relazioni nello spazio è basata sul concetto di distanza, che potrebbe sembrare non richiedere ulteriori specificazioni: in realtà, come osserva argutamente Gatrell (GATRELL 1991), "il mondo è pieno di spazi" e l'impressione è che nessuno di questi si adatti perfettamente al nostro caso.

Generalmente si assume come distanza fra due punti A, B quella cosiddetta euclidea, data nel piano dal teorema di Pitagora:

$$d(A,B) = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

che nello spazio si generalizza a

$$d(A,B) = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}$$

Essa corrisponde alla distanza chiamata di solito "in linea d'aria".

In tutti quei casi in cui si può trascurare la curvatura della superficie

terrestre, questa metrica è perfettamente adeguata per la maggior parte dei problemi e per questo viene incorporata senza discussioni in tutti i GIS. Tuttavia, in alcune categorie di problemi essa non corrisponde alle reali possibilità di spostamento nello spazio: ad esempio, in alcuni casi è stata sostituita con la metrica detta "del tassista", che prevede per la distanza la formula:

$$d(A,B) = |x_B - x_A| + |y_B - y_A|$$

Tale formula traduce gli spostamenti che si devono fare a Manhattan (o, se preferite, a Torino) per percorrere un itinerario che collega A a B (Fig. 4). Ma anche la metrica del tassista non funzionerebbe a Milano (come già notò Umberto Eco nel suo "Paradosso di Porta Ludovica") e neppure nel centro storico di Firenze. La questione non è puramente accademica né influenza soltanto problemi di percorrenza: a metriche diverse corrispondono relazioni spaziali diverse.

Se, ad esempio, si vogliono considerare "aree di influenza" (qualunque cosa si intenda con questo termine), relative a due poli A e B, si può ottenere una prima approssimazione di tali aree dividendo con una linea, che geometricamente è l'asse del segmento AB, i punti che sono più vicini ad A da quelli che sono più vicini a B.

Con più punti, si può ripetere la costruzione, ottenendo dei poligoni aperti detti poligoni di Thiessen: la forma di essi, però, varia se si usano metriche diverse, come illustra la Fig. 5 (tratta da GATRELL 1991).

Dunque i risultati che si ottengono in termini di relazioni spaziali sono dipendenti dalla metrica che si stabilisce di adottare. Nel nostro sistema le relazioni spaziali fra i siti non sono basate né su spostamenti compiuti volando (distanza euclidea) né in taxi (distanza del tassista): occorre perciò approfondire l'analisi del concetto di distanza.

Un punto di partenza potrebbe essere la considerazione che ogni percorso può essere ridotto alla somma di una serie di piccoli spostamenti in linea retta, per ognuno dei quali è lecito mantenere il familiare concetto di distanza euclidea: tutti insieme, essi formano un tracciato che in generale non sarà rettilineo, dovendo rispettare i vincoli fisici esistenti. Fra gli infiniti percorsi possibili sceglieremo quello di lunghezza complessiva minore: ciò ci porterà, ad esempio, a compiere un arco di cerchio per muoverci fra due punti posti su di una collinetta sferica e a salire lungo un percorso elicoidale per raggiungere un punto posto sulla superficie di una montagna a forma (approssimativamente) conica, senza scavare trincee o tunnel per mantenere un percorso rettilineo (Fig. 6).

Sembra quindi ragionevole assumere come distanza fra due punti il tratto della linea di lunghezza minima che li congiunge, chiamata geodetica. Se l'equazione della superficie su cui ci si muove è

$$f(x,y,z) = 0$$

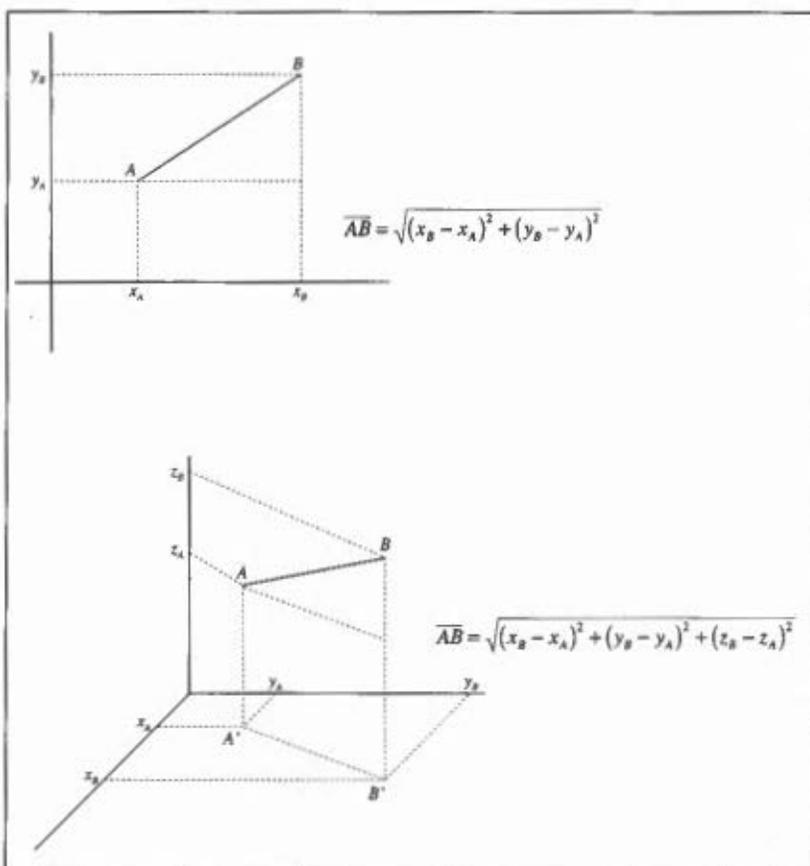


Fig. 3

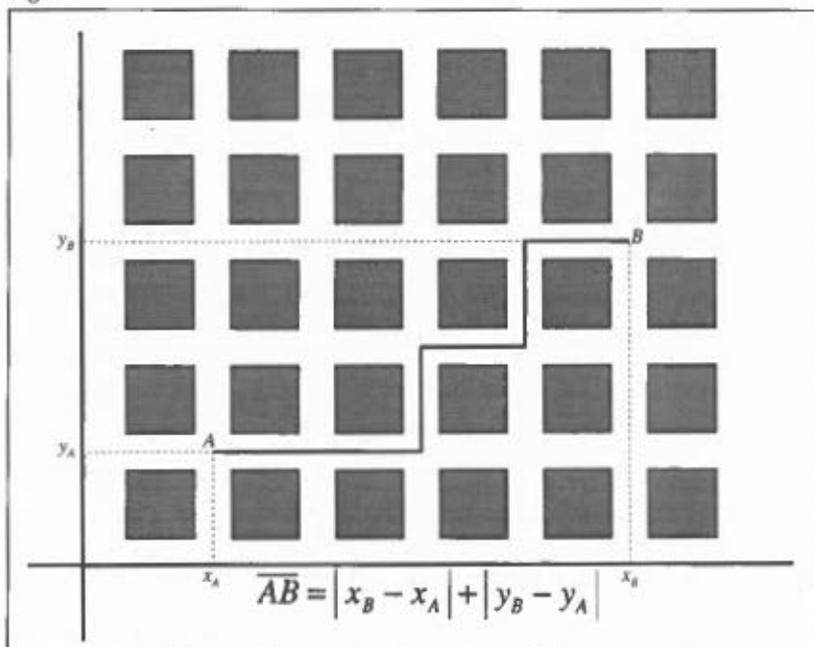


Fig. 4

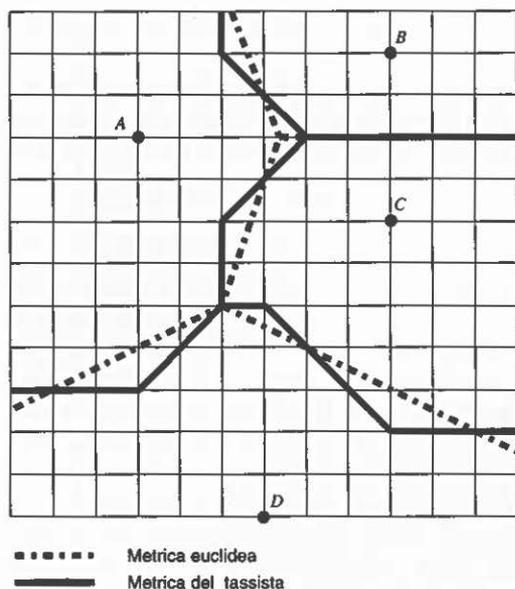


Fig. 5

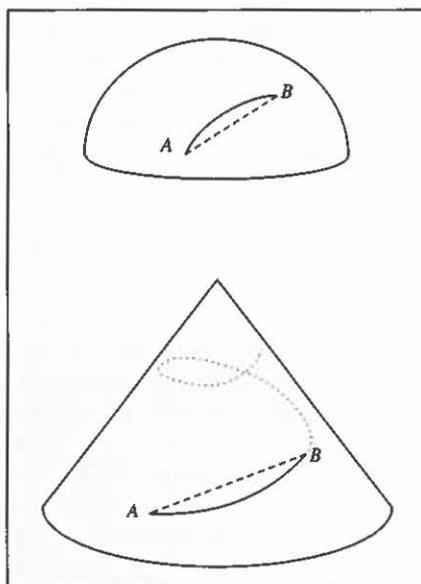


Fig. 6

per determinare le equazioni parametriche di tale linea

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

con  $a \leq t \leq b$ , si deve risolvere, com'è noto, il seguente problema di minimo vincolato

$$\begin{cases} \min \int_a^b \sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2 + z'(t)^2} dt \\ f(x(t), y(t), z(t)) = 0 \end{cases}$$

Nel nostro caso, l'equazione che dà la superficie terrestre della regione che si considera si può ottenere interpolando con una superficie di Bezier i punti dati dal modello digitale del terreno, rispetto alla quale va poi risolto il suddetto problema di minimo.

Sul piano teorico si potrebbe quindi considerare risolto il problema: in effetti, però, non si è presa in alcuna considerazione la natura del terreno. Chiariamo questo punto con un esempio.

Consideriamo per questo scopo due insediamenti nel territorio dominato dai Conti Ardengheschi di Fornoli: si tratta degli insediamenti di Litiano e di Terzinate, che si trovano nella valle del torrente Gretano, tra Roccastrada e Civitella Marittima (Fig. 7).



Fig. 7

Le uniche notizie storiche (cfr. CAMMAROSANO, PASSERI 1976; 1984, n. 48.7) relative a Litiano (toponimo derivante da nomi personali latini, *Aletianu*, si veda PIERI 1969, 91) sono che nel 1140 era un villaggio non fortificato, connesso con la corte di Sant'Anastasio (attuale podere San Disdagio?), e dominato in parte dal Monastero di Giugnano; nel 1202 si trova nel novero dei castelli e dei villaggi Ardengheschi che si sottomisero al Comune di Siena. Nel '300 fu dominato dalla famiglia degli Incontri, nel 1438 fu unito al contado senese; infine, nel 1470 fu venduto a Bartolomeo di Giacomo Petrucci. Nonostante che le fonti definiscano Litiano una villa, in realtà, sia la posizione di versante ai piedi di Roccastrada, che l'ampiezza e le caratteristiche dei resti rinvenuti, sembrerebbero piuttosto indicare una postazione di carattere difensivo e di controllo della valle del Gretano.

Le notizie (si veda CAMMAROSANO, PASSERI 1984, n. 19.14) riguardanti Terzinate (toponimo derivante da nomi personali etruschi, per lo più in -na, *Telsina*, *Telsinana*, si veda PIERI 1969, 42) sono ancora più esigue, ovvero che la corte di Terzinate era unita a quella di Litiano e di Sant'Anastasio, nel

1202, in occasione dell'atto di sottomissione degli Ardengheschi al Comune di Siena. In questo caso, sia la posizione (su un altopiano relativamente ricco di acqua e dunque coltivabile), sia l'esiguità dei resti, permettono di avanzare come unica ipotesi verosimile che si trattasse di un insediamento rurale.

Fonti orali, raccolte *in situ*, sostengono che in passato da Litiano si dipartivano due strade, una per Terzinate e l'altra per Paganico, di cui non rimane traccia: è il motivo per il quale abbiamo scelto i due siti per questo esempio.

Per non dover risolvere il complicato problema matematico prima esposto, consideriamo una linea (forse subottimale ma di calcolo assai più semplice) ottenuta percorrendo il terreno mediante tratti rettilinei che vanno tutti in direzione dell'obiettivo da raggiungere: si tratta, in altre parole, della proiezione sul terreno del percorso "a volo d'uccello" fra i due punti considerati.

Tracciando la sezione del terreno e supponendo che la sua pendenza si mantenga costante fra due punti dei quali sono note le quote, si ottiene il seguente profilo altimetrico del percorso (Fig. 8).

Trattandosi di un tracciato breve e senza dislivelli eccessivi, la differenza fra la distanza in linea d'aria e quella che abbiamo descritto non è rilevante (m 3550 in linea d'aria, contro circa m 4500 sul terreno): il profilo altimetrico però evidenzia come questo percorso sia difficilmente praticabile, a terre-

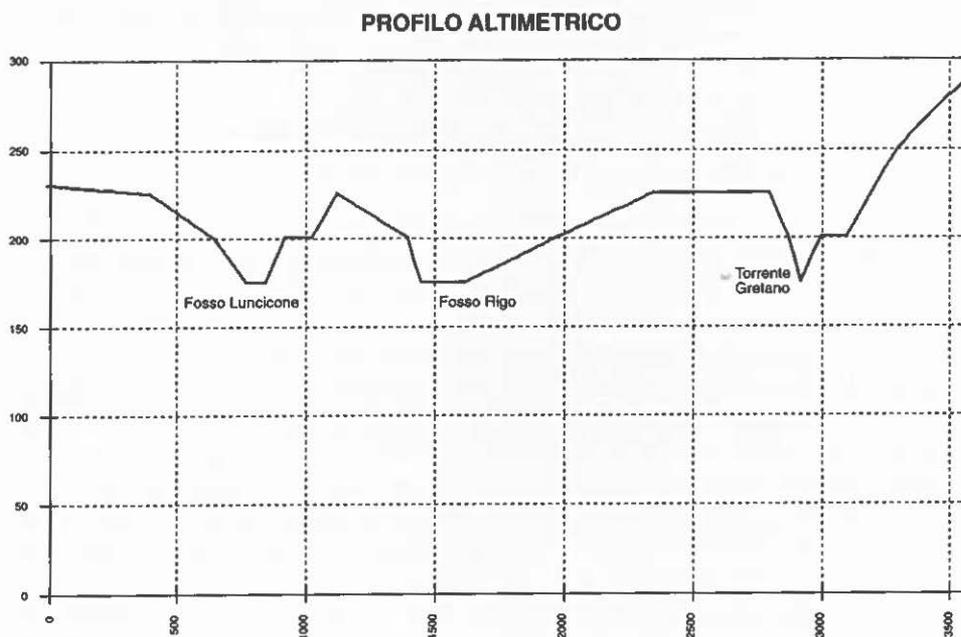


Fig. 8

no sgombro, anche con un moderno fuoristrada, dovendo superare pendenze che più volte superano il 30% e in certi tratti arrivano al 50%, oltre a guardare due fossi e un torrente.

Dunque non si deve prendere in considerazione soltanto la lunghezza del percorso, ma anche la sua praticabilità: a titolo di esempio si è ricostruito un possibile itinerario seguendo i sentieri oggi esistenti, sulla base della ragionevole ipotesi che essi siano percorribili oggi come mille anni fa e che il loro tracciato eviti le asperità del terreno e degli ostacoli naturali, ottimizzando spontaneamente la percorrenza complessiva. L'itinerario in questione è tracciato nella Fig. 7.

In questo modo si trova una distanza di circa 7 Km, quasi il doppio di quella in linea d'aria. Niente può dimostrare, a tavolino, che i sentieri scelti siano quelli storicamente giusti e un'ulteriore indagine sul campo potrebbe fornire indizi che ne guidino la scelta; comunque l'errore che si compie è sensibilmente minore rispetto all'uso della distanza euclidea, che introduce uno scarto enorme.

Va, in conclusione, introdotta una metrica "del pedone", che per sua natura non può essere definita per ogni coppia di punti dello spazio, ma solo per quelle che corrispondono a punti da collegare, cioè, ai nostri fini, ai siti oggetto di indagine. Con queste distanze potremo costruire una matrice origini-destinazioni, simmetrica

$$d(A, B) = d(B, A)$$

e "coerente"

$$d(A, C) \leq d(A, B) + d(B, C)$$

Il modello matematico adatto a descrivere questo schema è quello di un grafo, che potrà essere semplificato mediante l'aggiunta di "nodi stradali", eventualmente in corrispondenza di quelle emergenze, come i tabernacoli, note per marcare punti di passaggio e di biforcazione di itinerari. Per

la determinazione dei coefficienti di questa tabella si dovrà procedere basandosi prima di tutto sulle evidenze storiche e archeologiche; in seconda istanza, su ricostruzioni affidabili, anche se non provate, di percorsi plausibili. In questo senso l'impiego di tecniche di grafica computerizzata può costituire un valido aiuto, sia nella fase di immissione e di scelta dei percorsi che in quella di calcolo della loro lunghezza. È perciò necessario che la cartografia numerica usata come base di riferimento contenga anche la viabilità minore e si possa escludere il "rumore" costituito dalla presenza di elementi irrilevanti potendo rendere invisibili i *layer* relativi.

Il GIS dovrà poi attingere a questa tabella le informazioni relative alle distanze fra coppie di punti per elaborare le analisi spaziali desiderate anziché calcolarle mediante una formula matematica basata sulle coordinate dei punti stessi.

In conclusione, ogni analisi spaziale dei dati contenuti in un GIS è fortemente influenzata dalla scelta della metrica sottostante alla struttura dello

spazio considerato; non si può accettare in modo acritico la formulazione euclidea della distanza, che tuttavia rimane un'astrazione valida in moltissimi casi, ma è invece necessario verificarne la compatibilità con gli obiettivi di studio che ci si prefiggono e con la situazione che si intende analizzare; è possibile utilizzare altri tipi di distanze, e noi abbiamo qui suggerito uno dei modi per farlo, più adeguate alla natura del problema in esame; la costruzione di questa funzione è un momento di sintesi che parte dai dati storici e archeologici, prende in considerazione la morfologia del terreno ed è resa possibile, in fase operativa, dall'ausilio di tecniche informatiche e quindi dalla disponibilità del GIS.

## 5. RIFERIMENTI CRONOLOGICI E LORO UTILIZZO

Il secondo aspetto che affronteremo riguarda la cronologia, per cui disponiamo sia di notizie puntuali, esattamente riferibili a una data precisa, sia di informazioni che consentono di individuare un ambito cronologico.

Il problema riguarda l'utilizzo delle fonti scritte che, a differenza di quelle materiali, hanno carattere episodico: se da un lato offrono un'apparente precisione con l'individuare un esatto riferimento, dall'altro forniscono solo un termine *ante quem*, che può risultare di limitata utilità per determinare l'ambito cronologico di esistenza, dall'origine all'abbandono, di un insediamento. Nel nostro studio è questo il caso di Terzinate, per il quale, come si è detto, si ha notizia di un giuramento del 1202 degli uomini di tale località, che doveva certamente esistere prima di tale data ed ha continuato a esistere anche successivamente. L'indagine *in situ* non fornisce però alcun elemento che consenta di formulare un ambito cronologico di esistenza dell'insediamento.

Sul piano metodologico, le difficoltà sorgono quando si cerca di utilizzare l'attributo "cronologia" per effettuare selezioni all'interno del database, ad esempio impostando la semplice ricerca "individuare tutti i siti esistenti all'anno *x*". Infatti la qualità delle informazioni non è la stessa in tutti i casi: può darsi che in taluni vi sia l'indicazione di una data certa, in altri sia possibile l'attribuzione probabile di un periodo, in altri ancora che tale attribuzione presenti un maggiore o minor grado di incertezza: nel database non resta però traccia di questo differenziato grado di fiducia che possiamo attribuire agli ambiti cronologici alla fine assegnati.

Può quindi accadere che in alcuni casi l'automatismo della selezione escluda circostanze molto probabili, in altri che esso dia per comprovate situazioni che hanno invece solo un maggiore o minor grado di affidabilità. Ricorriamo nuovamente a un esempio utilizzando i due siti già considerati, Litiano e Terzinate, limitandoci per semplicità a considerare il problema dell'origine, essendo del tutto speculare e quindi analogo quello dell'abbandono.

Per il primo insediamento, come si è detto, si dispone delle seguenti notizie:

1140 villaggio non fortificato, dominato dal Monastero di Giugnano;  
1202 fa atto di sottomissione al Comune di Siena.

Per il secondo, è nota soltanto la seguente notizia:

1202 fa atto di sottomissione al Comune di Siena.

Una ricerca "cieca" che utilizzasse come anno di selezione il 1200, escluderebbe, in modo del tutto illogico, Terzinate.

L'estensione all'indietro dell'origine dell'ambito cronologico di esistenza dei due villaggi, prima della notizia di esistenza certa, elimina tale incongruenza, ma fa perdere l'importante differenza di qualità esistente fra i due dati. Una nuova ricerca, questa volta con anno di riferimento 1150, equivarrebbe la certezza del dato di Litiano all'attribuzione, plausibile ma del tutto arbitraria, dell'esistenza di Terzinate.

Cercheremo quindi di introdurre una metodologia che consenta di conservare nei risultati delle interrogazioni anche la qualità delle informazioni che li hanno determinati.

Il modo di procedere consueto per lo svolgimento di selezioni all'interno di un database equivale ad assegnare il valore "vero", indicato convenzionalmente con 1, a un determinato anno o meglio agli anni compresi in un determinato periodo; ad assegnare il valore "falso", convenzionalmente 0, agli anni al di fuori di tale periodo. Verificare l'esistenza contemporanea di due siti equivale così all'operazione logica "AND", mentre verificare l'esistenza di almeno uno dei due siti equivale all'operazione logica "OR".

In pratica, dunque, assegnando un ambito cronologico si costruisce implicitamente una funzione di esistenza  $\varepsilon_A(t)$  dell'insediamento  $A$  come quella il cui grafico è illustrato nella Fig. 9.

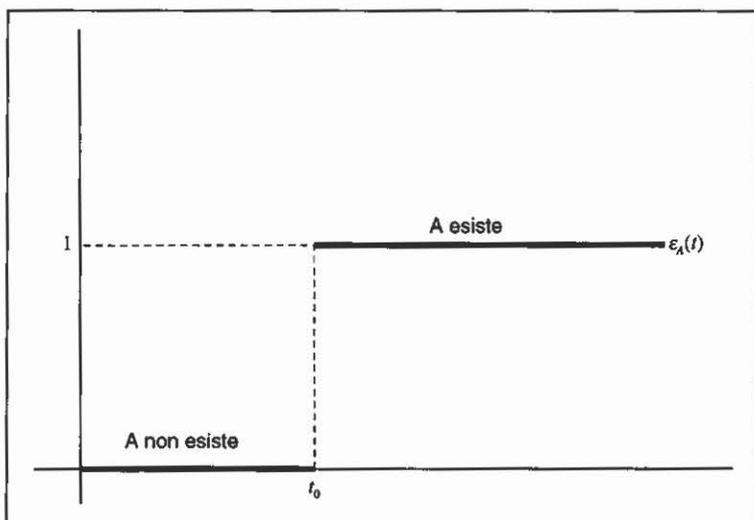


Fig. 9

Ispirandosi alla teoria nota come *fuzzy logic* (introdotta per la prima volta in ZADEH 1965) e utilizzata con alterne fortune in svariati campi di applicazione) proponiamo invece di sostituire  $e_A(t)$  con una funzione del tipo illustrato nella Fig. 10.

Con questa impostazione stabiliremo che per  $t \leq t_0$  l'insediamento non esiste, almeno ai fini del database considerato; per  $t \geq t_1$  l'insediamento è certamente esistente; per  $t_0 < t < t_1$  l'esistenza è probabile, con un grado di affidabilità che cresce con il passare del tempo, fino a raggiungere la certezza per  $t = t_1$ , anno in cui si hanno le prove dell'esistenza.

Dopo aver costruito tale funzione di esistenza per ognuno dei siti, per le nostre interrogazioni sul database dovremo utilizzare una generalizzazione degli operatori AND e OR (ed eventualmente anche NOT) che dia la funzione di esistenza dell'evento "esistenza congiunta dei due insediamenti" e, rispettivamente, "esistenza di almeno uno dei due insediamenti", insieme al grado di affidabilità di tale esistenza.

Sono stati proposti vari modi di generalizzare le due operazioni logiche elementari (un elenco e un confronto fra le diverse proposte sono riportati in YAGER, FILEV 1994) dotate di diverse proprietà: prenderemo in considerazione la più antica e più semplice, che definisce

$$\begin{aligned} \varepsilon_A(t) \text{ AND } \varepsilon_B(t) &= \text{Min} (\varepsilon_A(t), \varepsilon_B(t)) \\ \varepsilon_A(t) \text{ OR } \varepsilon_B(t) &= \text{Max} (\varepsilon_A(t), \varepsilon_B(t)) \end{aligned}$$

Queste definizioni sono illustrate nella Fig. 11.

Come è chiaro dalla definizione, alla contemporanea presenza dei due insediamenti viene attribuito il grado di affidabilità minore dei due; all'esistenza di almeno uno di essi viene attribuito un grado di affidabilità pari al maggiore fra i livelli di affidabilità attribuiti a ciascuno dei due insediamenti.

A scopo puramente esemplificativo supponiamo di poter porre per Litiano

$$t_0 = t_1 - 100$$

(ciò significa retrodatare di 100 anni l'esistenza dell'insediamento) mentre per Terzinate stabiliamo il secolo XI come ambito cronologico dell'origine

$$t_0 = 1000$$

e scegliamo di utilizzare una funzione di esistenza lineare a tratti

$$\varepsilon(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } t \leq t_0 \\ \frac{t-t_0}{t_1-t_0} & \text{per } t_0 < t < t_1 \\ 1 & \text{per } t \geq t_1 \end{cases}$$

Otteniamo così per le funzioni di esistenza dei due siti considerati i grafici riportati nella Fig. 12. Per quanto riguarda l'esistenza congiunta dei due insediamenti si ottengono così i grafici riportati nella Fig. 13.

Si è così ottenuto non solo l'intersezione (o, rispettivamente, l'unione)

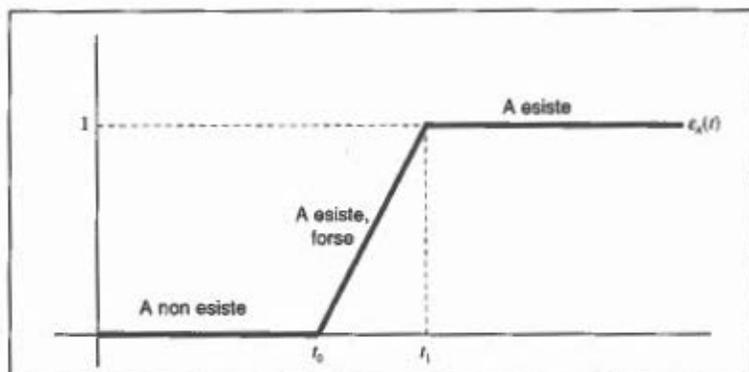


Fig. 10

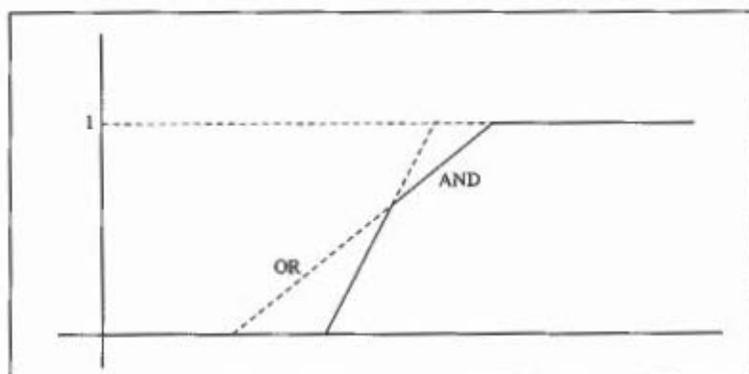


Fig. 11

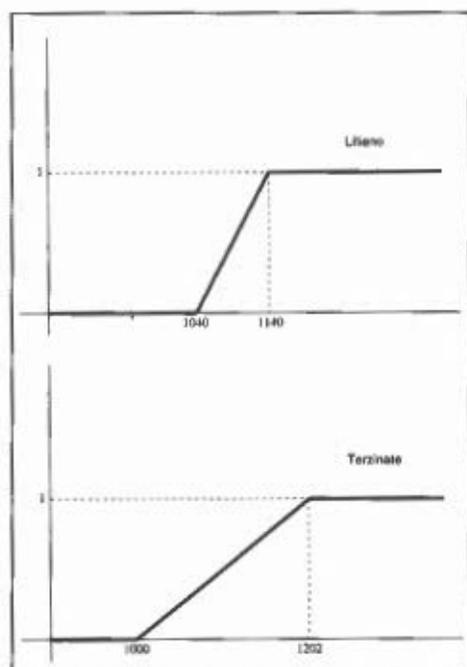


Fig. 12

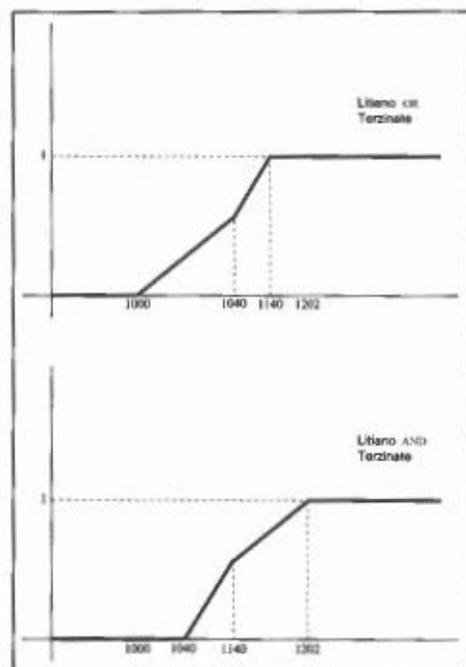


Fig. 13

degli ambiti cronologici di esistenza dei due siti considerati, ma anche il livello di affidabilità derivante a questo risultato da quelli inizialmente attribuiti ai singoli elementi.

L'utilizzo in un database relazionale di una struttura come quella sopra delineata può in linea teorica porre dei problemi delicati, in quanto lo rende privo del requisito di essere in "prima forma normale", ovvero di possedere soltanto attributi atomici (DATE 1986): a questo inconveniente si può porre rimedio non utilizzando l'attributo in questione per operazioni di *join* e verificando comunque che le operazioni compiute sul database sono logicamente ammissibili, come negli esempi che abbiamo illustrato. Si tratta di una avvertenza che nei casi pratici è del tutto superflua, ma che va comunque ricordata non potendosi giustificare le operazioni compiute sulla base della teoria dei database relazionali che, limitatamente a questo solo aspetto, non può essere applicata.

C'è piena consapevolezza che il punto delicato della metodologia sopra proposta sta nell'individuare la forma della funzione di esistenza da utilizzare e, più ancora, nel determinare  $t_0$ : si tratta di applicare a questo problema la metodologia scientifica che viene di solito utilizzata per l'individuazione (che comunque deve essere fatta) dell'ambito cronologico. Da un lato va sottolineato come questa determinazione possa avvenire solo in sede interpretativa e dunque quando, come nel nostro caso, il database è già completamente costituito e operativo; dall'altro, tale determinazione è resa possibile contestualizzando la vicenda di ciascun insediamento in rapporto alle influenze storico-ambientali dell'ambito culturale entro il quale si trova.

L'ipotesi di lavoro è, in conclusione, di utilizzare le "condizioni al contorno" di ciascun insediamento per operare tale determinazione ed arricchire così la conoscenza del sistema considerato nel suo complesso. Come sempre, la logica fornisce strumenti per trarre deduzioni corrette, ma non aiuta a stabilirne le premesse; nello specifico, si tratta di continuare a utilizzare gli strumenti scientifici consueti per rendere oggettiva una serie di valutazioni che, in quanto interpretazione, portano con sé elementi di soggettività; con in più la possibilità di garantire che si mantengano oggettivamente verificabili i risultati di una catena di passaggi, alcuni dei quali svolti in modo automatico da una macchina.

FRANCO NICCOLUCCI  
Università di Firenze  
Facoltà di Architettura

GIULIA PARDI  
Soprintendenza Archeologica  
per la Toscana

TOMMASO ZOPPI  
Firenze

## BIBLIOGRAFIA

- CAMMAROSANO P., PASSERI V. 1976, *I Castelli del Senese. Strutture fortificate dell'area senese-grossetana*, Milano (Siena).
- CAMMAROSANO P., PASSERI V. 1984, *Città borghi e castelli dell'area senese grossetana. Repertorio delle strutture fortificate dal medioevo alla caduta della Repubblica senese*, Siena 1984.
- DATE C.J. 1986, *An Introduction to Database Systems*, Reading, Addison-Wesley.
- GATRELL A.C. 1991, *Concepts of space and geographical data*, in D.J. MAGUIRE, M.F. GOODCHILD, D.W. RHIND (edd.), *Geographical Information Systems*, 1, 119-134, Longman Scientific & Technical, Harlow.
- PARDI G. 1995, *Gli insediamenti medievali nella contea Ardenghesca*, Tesi di Laurea, Università di Firenze, Facoltà di Lettere.
- PIERI S. 1969, *Toponomastica della Toscana meridionale e dell'arcipelago toscano*, G. Garosi (ed.), Siena.
- RICCI A. 1983, *La documentazione scritta nella ricognizione archeologica sul territorio: un nuovo sistema di schedatura*, «Archeologia Medievale», 10.
- YAGER R.R., FILEV D.P. 1994, *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*, New York, Wiley.
- ZADEH L.A. 1965, *Fuzzy sets*, «Information and Control», 8, 338-353.

## ABSTRACT

This contribution deals with the survey of medieval sites in Tuscany, carried out to record territorial, topographical, historical and archaeological data and to integrate sources of different kind. It studies the region corresponding to the ancient county owned by the Ardengheschi family, in the south of Tuscany.

Collected data are organized in a relational database; its most important tables contain administrative, geographical, environmental, historical and archaeological (descriptive and interpretative) data. Each database record is also geographically referenced by means of the coordinates of the central point of the corresponding site.

This organization makes it possible to investigate chronological and spatial relationships among sites. Some examples show the inadequacy of Euclidean distance and how it can be correctly defined to obtain coherent results; other deal with the definition of "contemporary" settlements, and it is shown how paradoxical results may derive from a "blind" use of database queries. To avoid such consequences, the use of "fuzzy logic" is proposed to define the lifetime of a site, especially if historical and archaeological records span over different periods; an application of fuzzy logical operators is considered in a final example.