

SISTEMA CARTOGRAFICO PER IL CENTRO ANTICO DI NORA

1. IL PROGETTO NORA

Fondata dai Fenici nell'VIII secolo a.C. sulla costa meridionale della Sardegna, una trentina di chilometri a ovest di Cagliari, Nora fu, secondo Pausania (X, 17, 5), la prima città dell'isola. Certamente fu una delle principali fondazioni fenicie in Sardegna e più tardi centro nevralgico del potere cartaginese nell'isola. Passata sotto il dominio romano nel 238 a.C., divenne *municipium*¹ e conobbe un'ulteriore fase di grande prosperità in età imperiale, grazie alla sua posizione strategica, che ne faceva una tappa obbligata nei traffici commerciali fra Roma e le ricchissime province africane. Ma proprio quella posizione geografica – su un basso promontorio proteso nel mare e legato alla costa sarda solo da un'esile lingua di sabbia (Fig. 1) – che aveva fatto la fortuna della città fin tanto che Roma era stata in grado di garantire la sicurezza delle rotte mediterranee, fu causa della sua rovina quando, venuto meno quel controllo, i pirati tornarono a terrorizzare con le loro scorrerie le popolazioni rivierasche. Di fatto indifendibile dagli attacchi provenienti dal mare, Nora cominciò allora ad essere abbandonata dai suoi abitanti, che le preferirono un po' alla volta le alture retrostanti. Nel VII secolo l'Anonimo Ravennate accenna non più ad una città, ma soltanto ad un *praesidium* militare, che più avanti si ridusse a nulla più che una cava di materiali da costruzione, come attesta la chiesetta di Sant'Efisio, realizzata sulla spiaggia di Nora nel 1089 quasi esclusivamente con blocchi di reimpiego (TRONCHETTI 1986).

Da allora le cose non sono cambiate granché sul promontorio, che fino a non molti decenni fa ha continuato ad essere in parte coltivato e in parte utilizzato per il pascolo delle pecore. I primi scavi nel centro urbano, preceduti da alcune indagini nell'area delle necropoli², hanno avuto inizio soltanto nel 1952, per opera dell'allora soprintendente archeologo Gennaro Pesce (PESCE 1972), ma in compenso sono proceduti con sconcertante rapidità. In meno di un decennio una cinquantina di sterratori ha riportato in luce oltre tre ettari di rovine di edifici pubblici e privati, di strade e di piazze (Figg. 2, 3, 4), senza curarsi di fornirne una documentazione adeguata. Il risultato è che tutt'oggi manca un'edizione scientifica degli scavi effettuati, delle strutture edilizie riportate in luce e dei reperti mobili, che nel frattempo sono andati in massima parte dispersi.

¹ Lo *status* della città è documentato dall'iscrizione dedicatoria di una statua a Quintus Minucius Pius, *quattuorvir iure dicundo*.

² Le necropoli e il *tofet* della città, ubicati sulla lingua di sabbia che collega il centro urbano alla costa sarda, sono stati indagati a partire dal 1889: VIVANET 1891; PATRONI 1901, 1902, 1904; TRONCHETTI 1986.



Fig. 1 – Il promontorio di Nora, visto da Sud.



Fig. 2 – Nora, la zona del foro. Sullo sfondo la punta di Coltellazzo, con il foro.

Fig. 3 – Nora, la punta «e su coloru», con i resti del cosiddetto tempio di Esculapio.

Fig. 4 – Nora, la via lastricata che costeggia la rada di ponente.

Per ovviare a questa situazione, agli inizi degli anni '90 la Soprintendenza Archeologica – per iniziativa soprattutto del dr. Carlo Tronchetti, direttore del Museo Nazionale di Cagliari – ha deciso di avviare una serie di nuove indagini a Nora, concentrando l'attenzione su un isolato centrale³, che negli anni '50 era stato sterrato solo in parte. L'obbiettivo era quello di intraprendere nuovi scavi, senza trascurare nel contempo il recupero di ogni possibile informazione anche all'interno di complessi già scavati, come l'*horreum-macellum* e le cosiddette Piccole terme. Per la nuova campagna di indagini la Soprintendenza ha cercato la collaborazione di quattro Università, Genova, Padova, Pisa e Viterbo, che hanno colto l'occasione per fare di Nora non solo un progetto scientifico, ma anche un cantiere-scuola per studenti, specializzandi e dottorandi di ricerca in Archeologia.

Mentre nel cantiere prendevano l'avvio le prime indagini stratigrafiche, negli archivi della Soprintendenza di Cagliari, del Comune di Pula e dell'I.G.M.I. iniziava un'accurata ricerca di tutta la documentazione grafica e fotografica esistente: dai più antichi disegni della fine del secolo scorso, a quelli redatti negli anni '50 dal Pesce, senza trascurare i dati forniti da alcune esplorazioni subacquee tutt'intorno al promontorio (McNAMARA, ST. WILKES 1967), le osservazioni condotte sulle fotografie aeree da Giulio Schmiedt (SCHMIEDT 1975) e, più di recente, il rilievo aerofotogrammetrico di una parte del centro urbano realizzato dalla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, le planimetrie di alcuni edifici redatte dalla Soprintendenza Archeologica e una serie di disegni di cisterne e muri in prossimità dell'attuale linea di costa, eseguiti nell'ambito del progetto «Porti e Approdi», che si è avvalso dei finanziamenti della legge sui «Giacimenti culturali».

Al termine di questo preliminare lavoro di ricognizione è apparso con evidenza come non esistesse alcun rilievo d'insieme del promontorio, in cui il centro urbano di Nora fosse compreso per intero, per non parlare delle necropoli, dei resti dell'acquedotto, dell'anfiteatro e di tutto ciò che si trovava ai margini dell'abitato. Né d'altra parte, in mancanza di un quadro di riferimento certo, era possibile "comporre" i rilievi esistenti, che erano stati eseguiti in tempi diversi, con finalità, criteri e strumenti non omogenei.

Da qui la necessità di predisporre un nuovo strumento cartografico aggiornato, che tenesse conto di tutte le conoscenze acquisite e nel contempo servisse da base in futuro per ogni tipo di progetto, di ricerca, restauro e valorizzazione del parco archeologico. È a questo punto che si è inserita la preziosa collaborazione offerta dall'ENISUD, che ha messo a disposizione del gruppo di ricerca formato dalla Soprintendenza e dalle quattro Università

³ I confini dell'isolato sottoposto a indagine sono costituiti a est dalla strada che corre sotto la pendice occidentale della collina di Tanit, a sud da quella che dal teatro e dal foro si dirige verso la rada di ponente, a ovest da quella che costeggia il lato occidentale del promontorio e a nord dall'attuale confine settentrionale del parco archeologico.

interessate fondi e soprattutto competenze, senza le quali il «progetto Nora» non sarebbe mai arrivato al punto in cui è oggi.

MARIA LETIZIA GUALANDI
Università di Pisa

2. IL SISTEMA CARTOGRAFICO COMPUTERIZZATO

Il progetto, realizzato per conto di ENISUD da parte di TEMA (gruppo ENI), si è posto l'obiettivo di creare uno strumento operativo per lo studio, la tutela e la progettazione infrastrutturale del sito archeologico. A tale scopo è stato messo a punto un sistema cartografico composto di una base informativa relativa non soltanto ai resti archeologici ed all'apparato schedografico descrittivo, ma anche alla topografia moderna e alla morfologia del promontorio.

L'intervento si è articolato, a partire dall'autunno del 1992, in più fasi di lavoro – l'ultima non ancora completata – che possono essere così schematizzate:

- definizione della maglia topografica;
- rilevamento aereo della zona del Capo di Pula;
- restituzione aerofotogrammetrica;
- realizzazione del sistema cartografico numerico;
- implementazione degli archivi.

Punto di partenza è stata la predisposizione di una base cartografica che comprendesse tutta l'area occupata dalla città antica e dalle sue necropoli – corrispondente all'incirca al promontorio e alla lingua di sabbia che lo collega alla costa sarda – redatta ad una scala di rappresentazione idonea a leggere con chiarezza i dati topografici aggiornati. Considerate le esigenze di tutti i possibili utenti futuri (studiosi, funzionari della tutela, amministratori del territorio), si è optato per una scala 1:1000, in grado di consentire una lettura delle strutture archeologiche sufficientemente dettagliata – e quindi utilizzabile anche come base per l'integrazione, il controllo e l'aggancio sul terreno delle planimetrie archeologiche di dettaglio – e di offrire nel contempo una visione d'insieme dell'impianto urbano e delle necropoli di Nora.

La restituzione aerofotogrammetrica analitica dell'area archeologica si è avvalsa di una ripresa aerofotografica effettuata appositamente nel novembre del 1992 da una quota di circa 450 metri s.l.m., che ha consentito, attraverso l'uso di una camera grandangolare di focale pari a circa 150 mm, una scala dei fotogrammi di circa 1:3000 (Fig. 5), ottimale per la restituzione in scala 1:1000 che era stata preventivata. La copertura aerofotografica è stata ottenuta con due strisciate ortogonali, con sovrapposizione longitudinale dei fotogrammi compresa tra il 60 e il 70% (Fig. 6). I punti di appoggio necessari all'orientamento degli stereogrammi sono stati determinati attraverso una campagna topografica progettata per:



Fig. 5 – Nora, foto aerea della zona dell'abitato. In basso la punta «e su coloru».

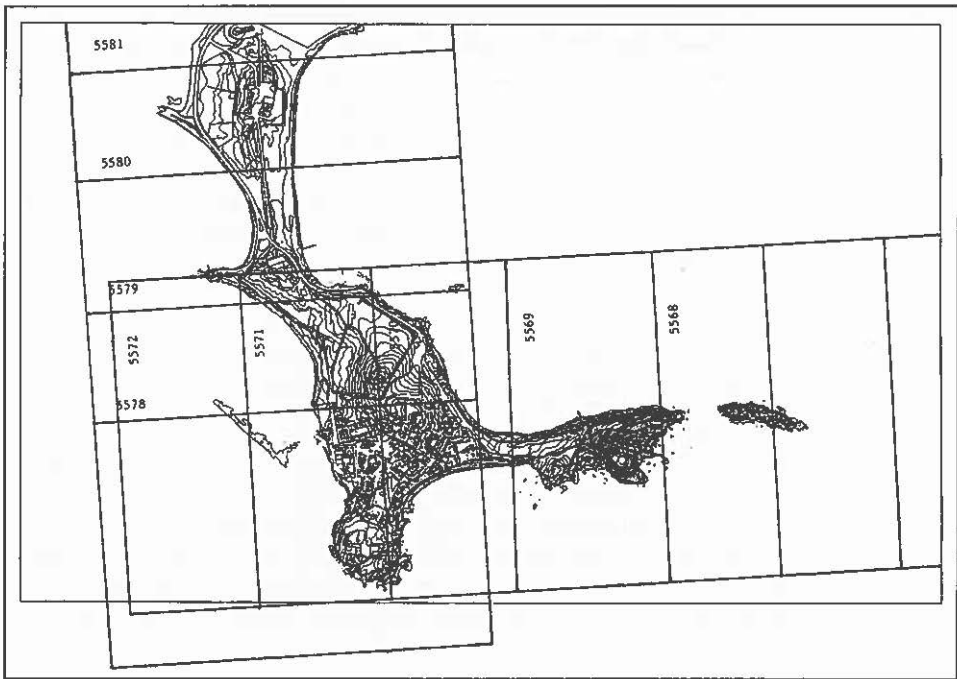


Fig. 6 – Nora, indicazione delle due strisciate ortogonali di foto aeree.

- determinare le coordinate plano-altimetriche dei vertici di una poligonale, legata alla rappresentazione conforme di Gauss-Boaga e riferita al sistema geodetico italiano attraverso l'aggancio a trigonometrici I.G.M.I. presenti nella zona;
- determinare successivamente le coordinate plano-altimetriche dei PPA.A.

La successiva restituzione è stata eseguita con strumento restitutore analitico⁴ che permette di:

- assegnare ad ogni elemento acquisito uno specifico codice descrittivo per una gestione semplificata in ambiente CAD;
- archiviare il lavoro su supporto magnetico;
- poter effettuare anche in futuro tutte le modifiche ed integrazioni che si ritengano opportune.

Un'accurata ricognizione sul posto ha consentito inoltre di aggiungere tutti i particolari sfuggiti all'indagine stereoscopica – perché coperti, ad esempio, da vegetazione – prima che i dati fossero inseriti nei *files* di acquisizione attraverso *workstation* videografica, che ha garantito l'assoluta omogeneità del risultato finale.

In questa fase del lavoro, inoltre, non ci si è limitati alle normali operazioni per l'inquadramento topografico, ma si è ritenuto opportuno realizzare, in vista del procedere delle indagini archeologiche a Nora e dei futuri sviluppi del parco archeologico, una vera e propria rete topografica a terra, i cui capisaldi – costituiti da viti di acciaio inserite stabilmente negli affioramenti rocciosi, e pilottini in calcestruzzo realizzati all'interno dell'area archeologica in modo tale da non danneggiarne la stratigrafia – coprono l'intero promontorio. Questa maglia, indicata graficamente sia nel sistema cartografico che sulle mappe, costituisce la base per l'aggancio alla planimetria generale della città di qualsiasi rilievo di dettaglio, sia di quelli già esistenti che di quelli che saranno realizzati in futuro, e rappresenta quindi uno strumento di fondamentale importanza per la creazione di una vera e propria "carta archeologica" del promontorio di Nora.

Come si è accennato, la restituzione aerofotogrammetrica analitica ha prodotto una serie di *files* numerici (Tav. VI, a) che contengono dati tridimensionali: ogni elemento cartografato, pertanto, è noto nella sua posizione spaziale riferita al sistema di coordinate Gauss-Boaga e quotato rispetto al livello del mare. Questo tipo di rappresentazione offre molteplici spunti di ricerca e di utilizzazione operativa, poiché costituisce la base di partenza per sviluppare modelli tridimensionali del supporto geomorfologico e degli edifici soprastanti, permette di analizzare l'altimetria del promontorio, di leggere l'interazione tra piani di calpestio antichi e moderni e di conseguenza di progettare correttamente i futuri interventi infrastrutturali nel parco archeologico.

⁴ Il lavoro è stato eseguito da Roberto Cozzolino, Roma.



Fig. 7 - Nora, restituzione aereofotogrammetrica del promontorio. Particolare con la punta "e su coloru".

Si è ritenuto opportuno non apportare alcuna modifica interpretativa alle geometrie rilevate dalla lettura aereofotografica, fatta eccezione, come si è detto, per le integrazioni relative alle zone non visibili per la presenza di vegetazione o coni d'ombra. Si è mantenuto cioè il maggior dettaglio possibile nella graficizzazione delle strutture murarie, i cui profili risultano infatti assai irregolari, ma assolutamente rispondenti allo stato di effettiva conservazione delle strutture al momento della ripresa fotografica (Fig. 7, Tav. VI, b). Tale scelta, operata nell'ottica di mantenere in futuro le informazioni su livelli diversificati a seconda della loro provenienza (aereofotografia, rilievi sul terreno, cartografie storiche, catasti ecc.) fa sì che la ripresa aereofotografica acquisti anche un valore storico, "fissando" la situazione del centro di Nora qual'era nel novembre 1992: il dato non è secondario, considerate le precarie condizioni degli edifici norensi, il cui degrado si misura a vista d'occhio anno dopo anno, mareggiata dopo mareggiata.

I dati desunti dalla lettura aereofotografica sono stati suddivisi inoltre in tre livelli distinti (Fig. 8), ma sovrapponibili, contenenti rispettivamente le informazioni sulla geomorfologia del sito, sulla topografia moderna e sui resti archeologici. La base orografica riporta il tracciato delle curve di livello, rilevate con un'equidistanza di 0,5 metri, ed una serie di punti dislocati in

STRUTTURA DELL'ARCHIVIO GRAFICO

BASE TOPOGRAFICA

OROGRAFIA

ARCHEOLOGICO

RILIEVI DIRETTI

Fig. 8 – Struttura dell'archivio grafico.



Fig. 9 – Nora, restituzione aerofotogrammetrica. Particolare del centro urbano, in cui compaiono tutti e tre i livelli di dati in cui è strutturato l'archivio.

tutta l'area cartografata, segnati sul terreno o sulle strutture murarie ogni qualvolta vi fossero modifiche altimetriche significative (Fig. 9).

I dati relativi alla topografia moderna, suddivisi per comodità in ulteriori sottolivelli, si riferiscono non solo agli edifici presenti, alla viabilità attuale e alla vegetazione, ma anche ai percorsi del parco, alle attrezzature stabili o provvisorie (recinzioni, panchine, pannelli illustrativi ecc.), ai punti luce e, in sintesi, a tutti gli elementi utili alla progettazione e alla gestione del comprensorio archeologico. Particolare risalto è stato dato inoltre alla graficizzazione dei caposaldi della rete topografica a terra, su cui si basa l'aggancio dei rilievi di dettaglio alla planimetria generale del promontorio.

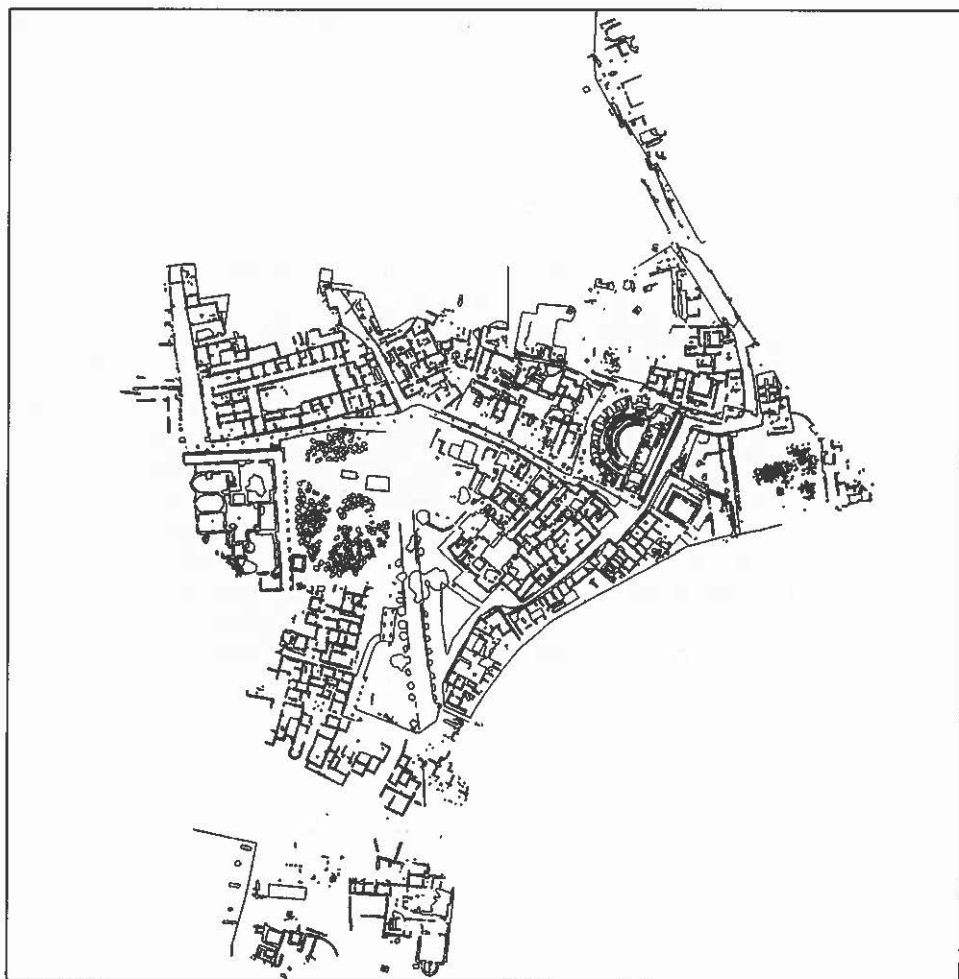


Fig. 10 -Nora, restituzione aerofotogrammetrica. Particolare del centro urbano, in cui compaiono solo i dati del livello archeologico.

Assai più complessa rispetto a quelle descritte è la struttura dei dati archeologici (Fig. 10), che è stata progettata nell'ottica di fornire, già in fase di restituzione, una prima sistematizzazione degli elementi cartografati secondo uno schema interpretativo di massima, in cui, ad esempio, le strutture murarie (divise per tipologie: elevati, fondazioni, pavimenti, soglie ecc.) appaiono distinte dalle infrastrutture (canalette, condutture, cisterne, viabilità ecc.) e ancora dagli elementi fuori posto (frammenti architettonici, lacerti murari ecc.) e dai restauri.

L'applicativo cartografico realizzato permette di intervenire in maniera

guidata su tutte le geometrie cartografate. Per quanto riguarda, in particolare, i dati archeologici, alla luce delle conoscenze già acquisite e delle future indagini sul terreno ogni elemento viene ridefinito come entità specifica, scomponendo o accorpando le linee tracciate nel corso della restituzione. Ogni entità viene quindi relazionata a *record* d'archivio, compilabili con facilità grazie ad una maschera attivabile dal menu dedicato. I campi contenuti nel *data base* collegato alla base cartografica consentono quindi di precisare tutte le caratteristiche degli oggetti grafici che non è possibile rendere graficamente (ad esempio la cronologia, la tecnica e i materiali edilizi impiegati ecc.).

La fase ulteriore del lavoro, tuttora in corso di elaborazione, riguarda la lettura puntuale e la verifica a terra di ogni singolo elemento cartografato, l'integrazione del sistema con ulteriori livelli informativi (relativi, ad esempio, alle principali fasce cronologiche individuate) e infine il controllo e l'aggiornamento di tutte le planimetrie archeologiche già esistenti: un lavoro, quest'ultimo, particolarmente lungo e difficoltoso, giacché i disegni esistenti sono stati realizzati, nel corso degli anni, spesso senza alcun riferimento topografico alle strutture circostanti e per lo più con strumenti inadeguati, considerate le dimensioni, spesso notevoli, delle strutture messe in pianta. In molti casi, inoltre, essi documentano uno stato di conservazione dei monumenti che può essere assai diverso da quello attuale, quando non si tratta addirittura di rilievi di strutture ormai scomparse. Soltanto al termine di questo lavoro, tuttavia, Nora potrà avere finalmente la sua prima vera e propria "carta archeologica".

MANUELA TASCIO
TEMA, Roma
GIORGIO PALA
Roma

3. PROGETTI DI SVILUPPO DELLA CARTOGRAFIA DI NORA

La rappresentazione cartografica numerica della città, prodotta secondo il procedimento fin qui descritto, costituisce già, allo stadio attuale, un ideale strumento di riferimento plano-altimetrico per guidare gli interventi e gli studi sulla città antica. Lo sviluppo futuro del progetto intende però sfruttare ancor più a fondo le potenzialità insite nella gestione numerica della carta, tramite la trasformazione dello strumento disponibile in un completo sistema informativo, capace di gestire nei minimi dettagli la realtà architettonico-urbanistica di Nora, le sue problematiche di tutela e la fruibilità del

⁵ L'impiego della cartografia numerica negli studi di urbanistica antica vanta ormai un decennio di esperienze. Molti contributi di riferimento generale sull'analisi spaziale al computer sono contenuti in ALLEN, GREEN, ZUBROW 1990 e ANDRESEN, MADSEN, SCOLLAR 1993. Alcune applicazioni realizzate in Italia su centri urbani antichi a continuità di vita

sito⁵. Questo potenziamento del sistema cartografico prevede, secondo un programma di avanzamento graduale per aree campione, l'associazione dei dati di posizione, che già caratterizzano gli elementi antropici dell'area archeologica, con dati a carattere informativo che descrivano e connotino le varie entità secondo le loro caratteristiche tipologiche, funzionali, cronologiche e di altra natura.

La creazione di questo archivio, che unisce georeferenziazione e qualificazione descrittiva delle emergenze, richiede una preliminare campagna di controlli a terra che integrino il rilievo fotogrammetrico con riporto in carta delle emergenze non rilevabili dalle strisciate aeree o con rettifica di quelle non correttamente rappresentate; inoltre la verifica autoptica delle emergenze porterà a un'indispensabile individuazione e ad una successiva distinzione di tutte le singole unità architettonico-edilizie significative, che risultano spesso accorpate in uniche macrounità strutturali nella restituzione attualmente in uso, ma che devono invece trovare una reciproca differenziazione netta sulla base di particolarità tipologico-edilizie e funzionali. L'ultima fase dell'intervento preliminare integrativo condurrà all'inserimento in carta dei rilievi a terra già eseguiti su alcuni monumenti, dei dati provenienti dalle campagne di scavo avviate nel 1990 e delle attività di prospezione geofisica con i relativi risultati in termini di dati previsionali⁶.

La scomposizione del complesso e non sincronico panorama urbano di Nora in minime porzioni omogenee distinte (fondazioni, muri, pavimenti, soglie, elementi divisori, sostegni, coperture, sistemi idraulici, viabilità, etc.) punta ad individuare ogni minima parte della città antica secondo una propria individualità grafica e logica, che potrà in un secondo momento tornare utile per analisi e sintesi basate sulla conoscenza di tutti i suoi aspetti, anche singolarmente considerati.

Dopo questa fase preliminare integrativa si può procedere infatti alla qualificazione di ciascun elemento, "isolato" dal punto di vista logico, ma legato al suo contesto topografico, tramite una serie di attributi descrittivi costituiti da lemmi codificati. Quest'operazione di qualificazione prevede l'uso di specifiche generali che definiscano di ciascun elemento il codice unico identificativo, l'ambito di appartenenza, lo stato di conservazione e la scala minima alla quale esso può venire visualizzato; altre specifiche di dettaglio individueranno invece le particolarità tipologiche e cronologiche dell'elemento (Fig. 11). L'inserimento di queste qualificazioni in altrettanti "campi codice" di una scheda già in parte integrata nel programma, e la possibilità di interrogazioni tramite selezione degli stessi codici costituiscono la fondamentale chia-

sono pubblicate in AZZENA, MATTARELLI 1987; SOMMELLA 1987; TASCIO 1987; MARCHIORI 1991; AZZENA 1992; BONETTO, BUSANA 1994; BONETTO, GIACOMETTI, ROSADA 1994; D'ANDRIA, SEMERARO 1995.

⁶ Per esperienze di integrazione tra cartografia numerica e prospezioni geofisiche alcune interessanti esperienze sono presentate in CUCARZI 1995.

ATTRIBUTI CODIFICATI DEGLI ELEMENTI IN CARTA				
SPECIFICHE GENERALI				
Identificativo Codice numerico	Ambito di appartenenza Geomorfologia Moderno Antico	Conservazione Reale Incerto Ricostruito	Scala di visualizzazione («generalizzazione») maggiore di 1:500 minore di 1:1000	
SPECIFICHE TIPOLOGICHE E CRONOLOGICHE				
Tipologia funzionale	Tipologia edilizia	Edificio di pertinenza	Tipologia funzionale	Cronologia
Strada	Opera testacea	Foro	Abitazione	Fenicio
Cordolo stradale	Opera quadrata	Tempio «romano»	Spettacolo	Punico
Canaletta	Opera a telaio	Teatro	Produzione	Romano repubblicano
Adduzione idrica	Opera mista	Macellum	Culto	Romano imperiale
Smaltimento idrico	Opera incerta	Terme a mare	Amministrazione	Romano tardo imperiale
Raccolta idrica	Opera cementizia	Tenne centrali	Commercio	Tardo antico
Elem. divisorio	.....	Terme piccole	Utilità pubblica	.....
Fondazione/basamento	.....	Tempio di Esculapio	Necropoli	.....
Muro	Mosaico	Casa atrio tetrastilo	.....	.....
Pavimento	Signino	Basilica	.....	IV a.C.
Piano di frequentazione	Lastricato	Fontana	.....	III a.C.
Soglia	Cocciopesto	Edifici anonimi	.....	.....
Scalino	Battuto	Incerto	Destinazione utilizzo	.....
Sostegno verticale	.....	.....	Edificio pubblico	VI d.C.
Copertura	.....	.....	Edificio privato	VII d.C.
Materiale arch.				
Strutt. sommersa				
Sepoltura				
Curva direttrice				
Curva ordinaria				
Curva ausiliaria				
Punto quota				
Linea costa				
Rete topografica				
Edificio attrezzato				
Edificio servizio				
Vegetazione				
Percorsi				
Toponimo				
Infrastrutture				
Limiti scavi				
Recinzione				

Fig. 11 – Attributi codificati degli elementi in carta.

ve per evidenziare, con opportune distinzioni grafico-cromatiche sulla carta complessiva, qualsiasi aspetto della città, generico o specifico, che esigenze di ricerca, tutela o valorizzazione di volta in volta emergenti abbiano richiesto di individuare; solo per fare qualche esempio, si possono così porre in evidenza specifiche tipologie edilizie in riferimento ad una fase storica o a più momenti di vita urbana, i casi di impiego di una determinata tecnica edilizia, i complessi architettonici specifici o gruppi di edifici particolari, la distribuzione areale di complessi con determinate destinazioni d'uso, la dislocazione dei complessi privati e di quelli pubblici, fasi edilizie urbane singole o combinate tra loro per disporre di confronti diacronici, aspetti geomorfologici dell'area combinati a particolari aspetti antropici ed altre particolarità liberamente individuabili.

L'aspetto qualificante e di maggiore novità del sistema informativo del sito antico di Nora è rappresentato dalla possibilità di impiegare l'analicità

strumentale del calcolatore in un ambito in cui i dati architettonici e plan-altimetrici antichi presentano un grado di conservazione decisamente elevato e sono inseriti in un complesso urbano noto praticamente nella sua interezza. L'impiego abituale dello strumento è stato invece finora prevalentemente indirizzato verso centri che, a causa delle sovrapposizioni insediative medievali e moderne, hanno forzatamente permesso di prendere in esame e studiare solo una percentuale nettamente ridotta dei componenti del quadro urbano antico⁷. Nora invece, come può avvenire per gli altri, poco numerosi, siti urbani abbandonati e conservati in buono stato, si presenta come un laboratorio di applicazione dell'analisi spaziale informatizzata decisamente privilegiato, dove ogni studio sulle realtà materiali e sull'organizzazione areale trovano ragione d'essere proprio nella completezza ed omogeneità del *record* di partenza. In questo senso un esempio emblematico è rappresentato dall'applicazione dell'informatica allo studio di Pompei, la cui completa leggibilità ha permesso l'avvio di interessanti ricerche sulle "funzioni urbane" e sulla distribuzione degli edifici di diversa natura nelle varie porzioni della città⁸.

L'attribuzione di un codice numerico univoco ad ogni entità strutturale o architettonica permetterà inoltre il suo collegamento a moduli esterni rappresentati da articolate banche dati, strutturate in schede di riferimento che amplino le informazioni degli schematici codici descrittivi attraverso campi numerici per informazioni quantitative, campi di testo, riferimenti bibliografici, piante, sezioni, prospetti; si prevede inoltre, in una fase più avanzata del progetto, la costituzione di una banca dati fotografica in cui inserire le immagini digitalizzate dei manufatti particolari (mosaici, reperti mobili, decorazioni parietali, foto aeree) che integrino la conoscenza descrittiva o grafica di parti della città attraverso un diretto riferimento visivo.

Per facilitare il trattamento dei dati e rendere più incisiva e produttiva l'analisi dei fenomeni architettonici e insediativi si prevede inoltre di predisporre una separazione di tutti gli elementi in distinti livelli logici tematici. La procedura, ampiamente diffusa in tutti i Sistemi Informativi Geografici, consente di selezionare liberamente i livelli da visualizzare o da escludere, come lucidi da disegno, al fine di produrre mirate e sempre rinnovabili combinazioni di dati planimetrici che evidenzino connessioni e interrelazioni tra fenomeni.

Per quanto riguarda gli aspetti grafico-planimetrici, se da un lato l'assoluta precisione raggiunta tramite la restituzione aerea la strada ad analisi planimetriche di dettaglio e a studi metrologici sugli edifici e sull'organizza-

⁷ In questi casi il calcolatore ha svolto un'eccezionale funzione come mezzo di tutela previsionale o come mezzo di confronto tra fasi urbane sovrapposte, ma meno utile si è rivelato per le analisi architettoniche-edilizie dei resti conservati proprio a causa del loro isolamento e della sola parziale conservazione.

⁸ In proposito si veda *Pompei. L'informatica a servizio di una città antica. Analisi delle funzioni urbane. Fotopiani e piante* 1988 e *Neapolis. Progetto sistema per la valorizzazione integrale delle risorse ambientali e artistiche dell'area vesuviana* 1994.

zione dello spazio urbano, la completa memorizzazione delle coordinate altimetriche di ogni punto permette l'avvio di progetti di ricostruzione tridimensionale dell'edificato sulla base di moduli già predisposti nel programma di gestione. La possibilità di selezionare separatamente i soli tematismi relativi alla geomorfologia dell'area dà inoltre l'opportunità di produrre significative piante quotate, carte delle isoipse attuali e del livello geologico, modelli tridimensionali del terreno, sezioni del promontorio o ipotesi sulle variazioni della linea di costa; attraverso questi quadri geomorfologici risulta facilitata l'analisi delle relazioni e dei possibili condizionamenti del pur modesto, ma articolato andamento altimetrico del sito, con i livelli di frequentazione dell'abitato nelle sue varie fasi e nelle sue varie parti e con le scelte tecniche e locazionali dei complessi e delle funzioni urbane.

In prospettiva futura la carta, corredata dal supporto informativo integrato, può mirare a divenire, con ovvie semplificazioni, mezzo progettuale della gestione di salvaguardia del sito per la competente Soprintendenza Archeologica di Cagliari e Oristano, e contemporaneamente sistema di divulgazione in ambiti museali, tramite la realizzazione di prodotti multimediali che propongano percorsi topografici virtuali all'interno della città antica.

La conversione della cartografia del sito antico in formato numerico ha inoltre reso possibile una condivisione globale dello strumento – operazione improponibile con supporti cartacei – tra le cinque sedi istituzionali coinvolte nel progetto (Università di Genova, Padova, Pisa, Viterbo e Soprintendenza di Cagliari e Oristano), alle quali è auspicabile che possa aggiungersi al più presto il Comune di Pula, nel cui territorio si trova Nora; la possibilità di riproduzioni immediate dei *files*, senza perdita o alterazione di precisione, e di trasferimento degli stessi *files* attraverso le reti telematiche ha infatti concretizzato l'auspicata diffusione delle piante e degli aggiornamenti in tempo reale a soggetti distanti per sede operativa e spesso per esigenze di lavoro, con evidenti benefici per la ricerca.

Attualmente la cartografia è gestibile in ambiente grafico MICROSTATION (DOS e Windows) con stazioni *hardware* di comune diffusione (configurazione minima: proc. 486, Ram 16 MB), ma sono in fase di positiva sperimentazione procedure di trasferimento dei dati al fine di renderli leggibili anche da altri *software* grafici, dotati di un'interfaccia utente drasticamente semplificata e di una diffusione ampia su piattaforme diverse (Macintosh e Windows). A fronte di una parziale perdita di funzionalità operative specialistiche, questo passaggio mira a svincolare lo strumento da un'utenza specializzata, ma necessariamente limitata, per trasformarlo in prezioso e comune mezzo informativo fruibile dalla più ampia gamma possibile di ricercatori e di figure professionali ad esso interessate.

JACOPO BONETTO
Università di Padova

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN K.M.S., GREEN W., ZUBROW E.B.W. (edd.), *Interpreting Space: GIS and Archaeology*, London-New York-Philadelphia, Taylor and Francis.
- ANDRESEN J., MADSEN T., SCOLLAR I. (edd.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Aarhus, Aarhus University Press.
- AZZENA G., MATTARELLI P. 1987, *Appendice*, in *Atri. Forma e Urbanistica*, Roma, Erma di Bretschneider, 107-108.
- AZZENA G. 1992, *Tecnologie cartografiche avanzate applicate alla topografia antica*, in *Archeologia del paesaggio, IV ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in archeologia (Certosa di Pontignano 1991)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 747-765.
- BONETTO J., BUSANA M.S. 1994, *L'applicazione della cartografia numerica come strumento di studio e di conservazione del patrimonio storico e archeologico delle città e del territorio*, in *La ciudad en el mundo romano, Actas del XIV Congreso Internacional de Arqueologia Clasica (Tarragona, 5-11/9/1993)*, II, Tarragona, 69-71.
- BONETTO J., GIACOMETTI G., ROSADA G. 1994, *Esperienze di cartografia numerica applicata ai centri storici*, in F. BOCCHI, P. DENLEY (edd.), *Storia & Multimedia. Atti del Settimo Congresso Internazionale "Association for History & Computing"*, Bologna 1994, Grafis Edizioni.
- CUCARZI M. 1995, *Sistemi informativi territoriali e prospezioni archeologiche: una convergenza necessaria*, «Archeologia e Calcolatori», 6, 61-73.
- D'ANDRIA F., SEMERARO G. 1995, *Un sistema integrato per la cartografia e i dati di scavo*, «Archeologia e Calcolatori», 6, 159-180.
- MARCHIORI A. 1991, *Carta archeologica di Padova: la realizzazione del prototipo S.I.T.A.R.*, «Quaderni di Archeologia del Veneto», 7, 223-226.
- MCMANARA E., ST. WILKES W.G. 1967, *Underwater exploration of the ancient Port of Nora, Sardinia*, «Papers of the British School at Rome», 35, 4-11.
- Neapolis. Progetto sistema per la valorizzazione integrale delle risorse ambientali e artistiche dell'area vesuviana*, Roma 1994, Erma di Bretschneider.
- PATRONI G. 1901, *Nora. Scavi eseguiti nel perimetro di quella antica città e in una delle sue necropoli durante i mesi di maggio e giugno 1901*, «Notizie degli Scavi», 365-381.
- PATRONI G. 1902, *Nora. Scavi eseguiti durante il mese di luglio 1901*, «Notizie degli Scavi», 71-82.
- PATRONI G. 1904, *Nora. Colonia fenicia in Sardegna*, «Monumenti Antichi dei Lincei», 14, 109-268.
- PESCE G. 1972, *Nora. Guida agli scavi*, II edizione, Cagliari.
- Pompei. L'informatica a servizio di una città antica. Analisi delle funzioni urbane. Fotopiani e piante*, 2 voll., Roma 1988, Erma di Bretschneider.
- SCHMIEDT G. 1975, *Antichi porti d'Italia. Gli scali fenicio-punici e i porti della Magna Grecia*, Firenze, 11-14.
- SOMMELLA P. 1987, *Cartografia archeologica computerizzata*, in F. D'ANDRIA (ed.), *Informatica e archeologia classica. Atti del convegno internazionale (Lecce 12-13 maggio 1986)*, Galatina (Lecce), 17-30.
- TASCIO M. 1987, *Appendice 3*, in *Todi. Forma e Urbanistica*, Roma, Erma di Bretschneider, 125-127.
- TRONCHETTI C. 1986, *Nora*, Sassari, Delfino Editore.
- VIVANET F. 1891, *Nora. Scavi nella necropoli dell'antica Nora nel comune di Pula*, «Notizie degli Scavi», 299-302.

ABSTRACT

The recommencing of methodical archaeology excavation on the site of Nora, first Phoenician then Punic and Roman town, situated on the southern coast of Sardinia at about 30 Km west of Cagliari, made it necessary setting up a cartographic system extended to all the hill on which the settlement stood (actually the settlement had never been completely mapped).

This system had to be useful both to the recovery of the surveys that already exist – in fact they are not so many – and to continuous updating with data resulting from new excavations. With these premises, a computerized cartographic system has been arranged, which consisted of a basic information regarding not only the archaeological remains and the scheduled descriptive apparatus, but also the modern topography and the morphology of the hill.

The aim was disposing of an operative system that could be practical for studying but also for safeguarding the archaeological site and allowing an infrastructural planning of it. The intervention has been worked out in several phases: 1. planning of the cartographical base; 2. aerial survey of the zone; 3. aerophotogrammetric zone; 4. carrying out of the numerical cartographic system; 5. layout of the archives.

The aerophotogrammetric return produced numerical files containing 3D data of every mapped point; therefore starting from this data it is possible to create 3D models whose utility is realized not only in the research but find expression in a correct planning of future infrastructural intervention on the archaeological park.