

## ESPERIENZE DA MONTE ABATONE A CERVETERI

### 1. LA NECROPOLI\*

Il gruppo di ricerca di cui faccio parte comprende, ormai da molti anni, le Università della Campania “Vanvitelli”, di Viterbo, Urbino e Bonn e si occupa dello studio della necropoli di Monte Abatone, nella sua dimensione tanto topografica che culturale. Una necropoli invisibile, perché nulla si erge al disopra del piano di campagna attuale, a causa in primo luogo dei lavori agricoli che si sono susseguiti per lungo tempo. Unica straordinaria eccezione, naturalmente, il Tumulo Campana, grandioso monumento creato verso il terzo quarto del VII sec. a.C. e senza dubbio punto di riferimento per secoli per gli utenti e i frequentatori della necropoli.

Una necropoli invisibile nonostante tutto, perché in realtà da sempre nota per la sua rilevanza archeologica e culturale: per i saccheggi perpetrati nei secoli dagli scavatori di frodo; per gli ottimi risultati delle campagne attuate dalla Fondazione Lerici, che portarono alla individuazione di centinaia di tumuli con i loro corredi grazie all’adozione di metodologie geognostiche, rivoluzionarie per l’epoca; per l’ampia documentazione di foto aeree, storiche e anche recentissime (Fig. 1), che confermano un susseguirsi fittissimo di tumuli su vaste aree del pianoro (GILOTTA *et al.* 2022, con lett.).

Lo studio dei materiali recuperati dalla Fondazione Lerici ci ha portato col tempo a cercare sul terreno qualche riscontro a quanto si andava scoprendo nelle casse conservate a Villa Giulia e Cerveteri, in merito a strutture esterne delle tombe, loro dislocazione sul terreno, posizione dei corredi al loro interno. Si decise così di effettuare piccoli saggi di scavo nella zona ritenuta la più promettente in questo senso: la parte nord-occidentale del pianoro, posta non distante dal ciglio del pianoro medesimo, con il plateau della città ben in vista e prossima al Tumulo Campana (Fig. 1). Gli scavi del 2021 (BECK *et al.* 2021-2022; *Caere 7 c.s.*) portarono alla luce, nello spazio già indicato come vuoto nella pianta Lerici, un quartiere di tombe semicostruite, talora entro tumulo (Fig. 2a), aperte nel corso della prima metà del VII sec. a.C., disposte secondo criteri che potremmo definire “urbanistici”, in file ordinate e parallele, con orientamento verso ONO (come normale in quest’epoca), separate dal più tardo Tumulo Campana da uno spazio vuoto che non sappiamo se gestito da una sorta di autorità sovrafamiliare o protourbana, oppure controllato dalle famiglie che adoperavano il “nuovo” quartiere, in vista di successivi sviluppi monumentali.

\* Ringrazio Giovanna Gambacurta per il graditissimo invito a questo workshop e l’importante opportunità di confronto su argomenti di interesse centrale per i nostri progetti.



Fig. 1 – Cerveteri, necropoli di Monte Abatone. Il pianoro, con posizionamento dell’area prossima al Tumulo Campana (da Google Earth, elab. A. De Gemmis).

Ancora nel 2021, fu rinvenuta da Marina Micozzi e dal gruppo viterbese, e subito resa nota grazie al volume collettaneo *Birth* edito da Elisabetta Govi (MICOZZI 2021), una piccola fossa destinata ad un inumato infante di sesso femminile, dislocata, e nessuno poteva immaginarlo, sopra il tamburo di un tumulo, accanto alla tomba principale destinata ad adulti. Le tecniche di scavo stratigrafico e l’ausilio anche delle foto da drone contribuirono al salvataggio di un’evidenza che, proprio perché impensabile, sarebbe andata altrimenti distrutta. Evidenza che poi si è confermata, nella sua assoluta eccezionalità documentaria, con il rinvenimento di altre tombe simili (Fig. 2b) nel 2022 (F. GILOTTA, in BECKER *et al.* 2021-2022).

Nel 2022, grazie all’ospitalità di Paola Moscati nella rivista «Archeologia e Calcolatori», è stata presentata una prima messa a punto, archeologica, metodologica e tecnologica dei diversi ambiti di attività del Gruppo di Ricerca attivo a Monte Abatone (GILOTTA *et al.* 2022).

Nel 2023, infine, ed è davvero storia recentissima, nelle Cronache Cere-tane organizzate alla Sapienza da Laura Michetti e da un importante gruppo di colleghi, le prospettive di indagine sono state di ambito più latamente culturale, con riflessioni, se possiamo definirle così, sulle “aporie” insite nelle evidenze scavate, in particolare delle tombe semicostruite, con le loro singolarità architettoniche e cronologiche (BENTZ *et al.* c.s.).

Ma il problema dei corredi di Monte Abatone recuperati dalla Fondazione Lerici resta centrale. La Fig. 3 mostra alcuni dei vasi restaurati – con il pieno sostegno del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia che li custodisce (un analogo intervento è previsto a breve anche sui reperti custoditi nei Depositi

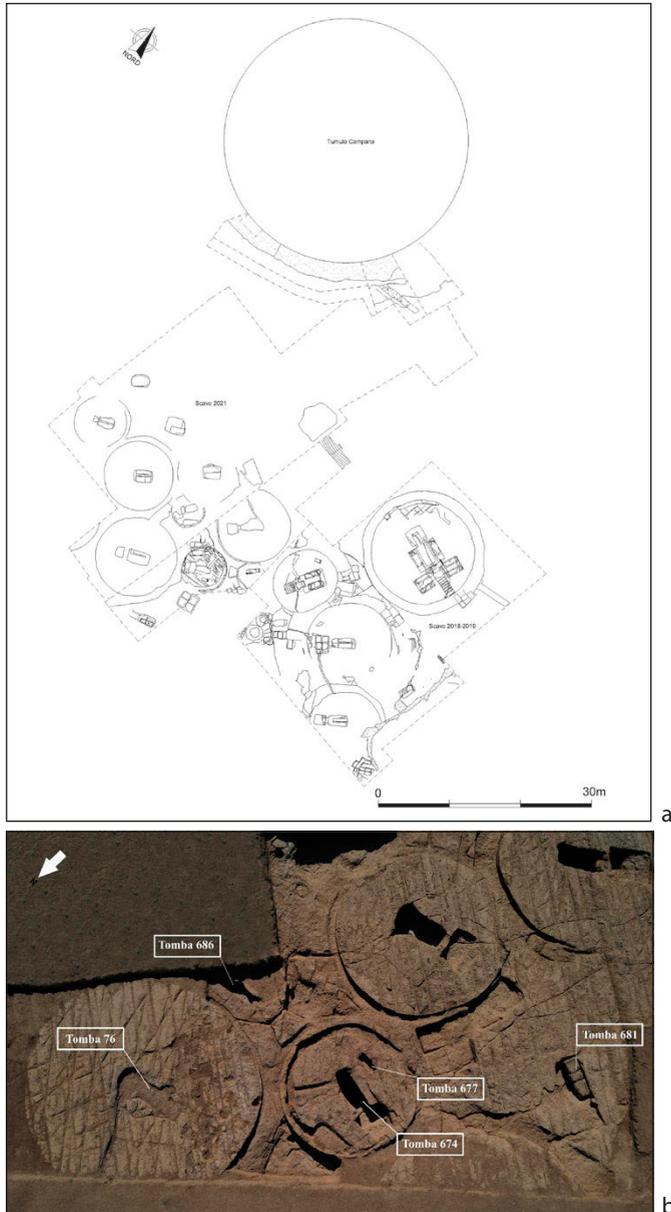


Fig. 2 – Cerveteri, necropoli di Monte Abatone. a) Pianta dello scavo nell’area del Tumulo Campana, campagne 2018-2022 (ril. Università della Campania, Tuscia, Urbino, Bonn). b) Foto da drone di parte dell’area di scavo 2022, con indicazione delle tombe indagate dall’Università “Vanvitelli”: con i numeri 674 e 677 sono indicate rispettivamente le tombe di adulto e di infante del medesimo tumulo (foto ed elab. A. De Gemmis).



Fig. 3 – Roma, Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia. Alcuni reperti ceramici ricomposti e restaurati nell’ambito del Progetto Monte Abatone (foto M. Maioli. Per gentile concessione Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia).

di Cerveteri) – grazie a un notevolissimo impegno finanziario, sostenuto da un progetto PRIN 2020, e soprattutto organizzativo: vasi che si debbono immaginare, nel loro stato immediatamente precedente, come sacchetti di frammenti mai prima sottoposti a procedure conservative di alcun tipo, a causa dell’immensità dell’evidenza materiale. E saranno sicuramente questi materiali che dovranno dare sostanza a problematiche di ordine tipologico, acquisitivo, distributivo, rituale, oltre che topografico, che così bene possono essere avviate in necropoli come quelle di Pontecagnano (ne siamo pienamente consapevoli e lo abbiamo sentito anche poco fa) e che invece sarà assai arduo ricostruire in un quadro così frammentario e “disturbato” come Cerveteri.

Giovani collaboratori si sono sobbarcati, attraverso le pratiche informatiche, il compito di allestire un GIS degli scavi recenti e al contempo dei

materiali Lericci che ho appena descritto (cfr. *infra* Luca Lucchetti, dell'Università di Viterbo); e un modello 3D del Tumulo Campana, che ne potesse riprodurre stato di conservazione e portata litica ed evidenziare il rapporto anche altimetrico con le aree circostanti (cfr. *infra* Teresa Patriziano, architetto dell'Università Vanvitelli). Infine, un “mini-GIS” della “memoria” è stato avviato nell'ambito del PRIN 2020 prima ricordato (le cui ricerche confluiranno nel progetto comune), che comprenderà nel suo insieme tipi diversi di monumenti ed evidenze, dall'epoca arcaica a quella romana, tutti legati alle problematiche della memoria, topografica, generazionale, culturale.

F.G.

## 2. IL PROGETTO GIS DI MONTE ABATONE

Il progetto relativo al Sistema Informativo Geografico (GIS) di Monte Abatone ha avuto origine dalla necessità di gestire e organizzare una grande mole di dati provenienti da varie campagne di documentazione e scavo condotte nel corso del tempo sul pianoro. La principale sfida consisteva nella gestione di dati eterogenei prodotti in epoche diverse, che richiedevano un processo di convergenza e standardizzazione per garantire la completezza delle informazioni. La scelta di adottare un GIS è stata determinata proprio da tali complessità.

I GIS consentono l'organizzazione e l'elaborazione efficiente di una considerevole quantità di informazioni, sia di natura grafica che alfanumerica, purché tali dati siano georeferenziati. Questi sistemi offrono la possibilità di collegare diverse tipologie di dati mediante un sistema di coordinate che identifica la posizione geografica degli oggetti sulla superficie terrestre, seguendo standard comuni, e un database che permette di riunire ed elaborare tutti i dati alfanumerici corrispondenti. L'integrazione di queste informazioni mediante la creazione di strati di dati, comunemente chiamati layer, apre nuove prospettive per l'accesso, la connessione e l'analisi delle informazioni (FORTE 2002; PESARESI 2017). Il programma GIS adottato per questa progettualità è stato Quantum GIS (QGIS), una soluzione open source rinomata per la sua facilità d'uso ed esaustività, nonché per la sua abilità di connettersi agevolmente con altri software.

Prima della vera e propria elaborazione GIS, si è doverosamente recuperata tutta la mole di informazioni pregresse concernente il pianoro. Questo stadio preliminare si è rivelato cruciale per quantificare il carico informativo da inserire e per progettare gli aspetti fondamentali del progetto GIS. Dopo aver acquisito la documentazione di partenza, è stato avviato il progetto in QGIS. Il sistema di riferimento selezionato è stato WGS84/UTM32N (EPSG: 32632), uniformando così la documentazione con quella delle campagne di scavo che sono state condotte a partire dal medesimo sistema di riferimento.

Quindi, è stata aggiunta la “base map” Google Satellite, compatibile con il sistema di riferimento adottato. Al fine di arricchire l'insieme di dati di base,

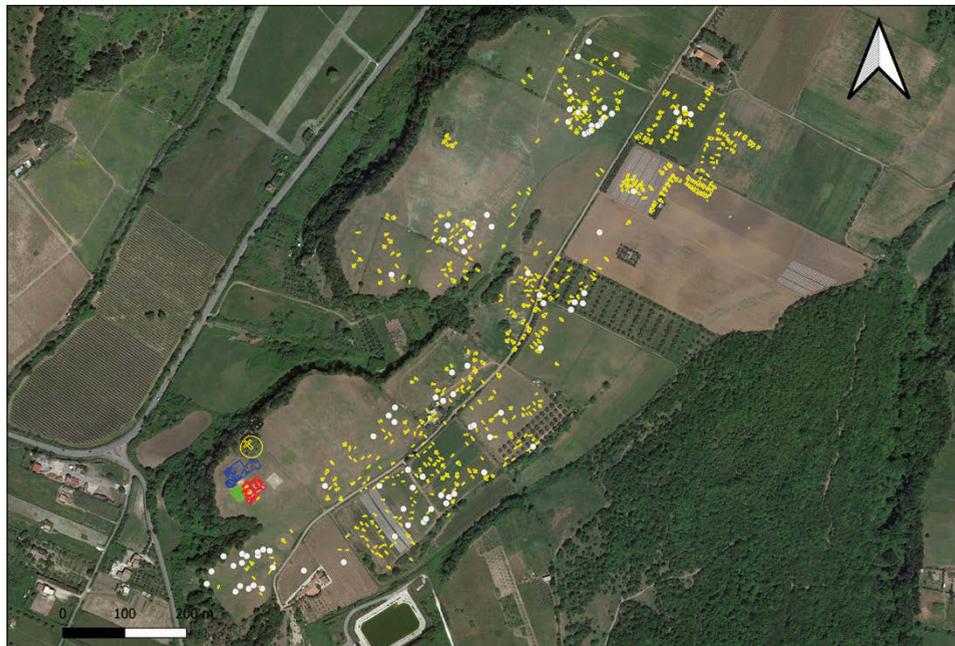


Fig. 4 – Cerveteri, necropoli di Monte Abatone. Veduta generale del pianoro, con evidenziazione di tutte le sepolture individuate dalla Fondazione Lerici e delle nuove aree di scavo (elab. L. Lucchetti).

è stato aggiunto il layer vettoriale relativo alla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5000 contenente il pianoro. Successivamente, tutte le immagini aeree storiche disponibili sono state caricate e georeferenziate manualmente. Queste immagini, che vanno dal 1930 ai primi anni '90 (BRADFORD 1957; TARTARA 2003, 2018), evidenziano molte tracce di sepolture sul pianoro. Tali tracce solo in alcuni casi permettono di effettuare una mappatura delle presenze sepolte con una certa approssimazione.

In seguito, è stata inserita all'interno del progetto la pianta contenente le sepolture individuate durante gli scavi della Fondazione Lerici tra il 1956 e il 1961 (LERICI 1957, 1960). Questa mappa ci permette di identificare la pianta semplificata e/o la posizione di 641 tombe tipologicamente e cronologicamente diverse. Per tali ragioni è stata georeferenzata e poi vettorializzata attraverso layer lineari o puntuali (Fig. 4). L'aggiunta dei dati che derivano dalle prospezioni ha completato il quadro, producendo una mappatura eterogenea e complessiva delle tracce provenienti sia da fonti diverse sia dalle precedenti indagini.

Il lavoro di raccolta, studio e informatizzazione in ambiente GIS della documentazione relativa al pianoro ha fortemente influenzato le decisioni sull'area di intervento da indagare nelle campagne condotte nel 2018, 2019,



Fig. 5 – Modello fotogrammetrico di una delle US di scavo della campagna 2019 (elab. L. Lucchetti).

2021 e 2022 (GILOTTA *et al.* 2022; BECKER *et al.* 2021-2022). La zona prescelta (cfr. *supra*), scarsamente esplorata dalla Fondazione Lerici, presenta un interesse scientifico significativo per approfondire le dinamiche interne della necropoli, specialmente considerando la sua prossimità al Tumulo Campana.

Le campagne di scavo hanno visto inizialmente, soprattutto nel 2018, una produzione della documentazione di tipo tradizionale. A partire dalla campagna di scavo del 2019 e successivamente nel 2021 e nel 2022, si è optato per una metodologia informatizzata sin dall'inizio, affiancata a quella tradizionale, allo scopo di creare una banca dati uniforme con caratteristiche idonee per il caricamento diretto in un progetto GIS. Per questo motivo, è stata adottata fin dall'inizio la tecnica fotogrammetrica, o Close Range Photogrammetry (REMONDINO 2014), sia da terra che mediante drone, per documentare l'intera area di scavo, le strutture delle tombe e le unità stratigrafiche progressivamente riconosciute. Il software per la fotogrammetria utilizzato ai fini delle indagini è stato Agisoft Metashape. Per integrare e mettere in connessione le informazioni fotogrammetriche nell'ambiente GIS si sono generati, dai modelli 3D, ortomosaici bidimensionali e DEM (Digital Elevation Model) in formato raster GeoTiff.

Al termine delle indagini si è avuta così una documentazione doppia: una tridimensionale georeferenziata e visualizzabile tramite il software Metashape (Fig. 5), e una bidimensionale, costituita da ortomosaici e DEM, destinati

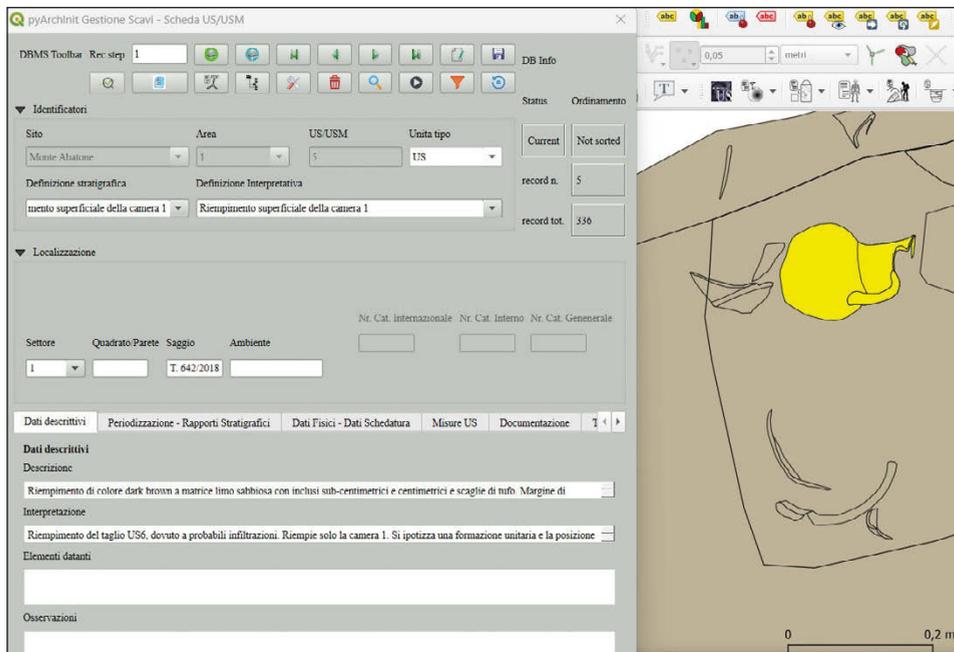


Fig. 6 – La documentazione di scavo nel progetto GIS ed un esempio di scheda US del plug-in pyArchInIt (elab. L. Lucchetti).



Fig. 7 – Ortomosaico di una delle US di scavo della campagna 2019, pronta per essere inserita ed elaborata nel progetto GIS (elab. L. Lucchetti).

al progetto GIS (Fig. 6). L'importazione di tutta questa documentazione in QGIS è risultata ancora più decisiva nel momento in cui la si è associata con il plug-in pyArchInit, uno strumento sviluppato proprio per la documentazione di scavo (MANDOLESI, COCCA 2013; MONTAGNETTI, MANDOLESI 2019). Tramite pyArchInit, è stato possibile connettere nella stessa piattaforma la documentazione grafica vettorializzata, sulla base degli ortomosaici, attraverso l'uso di livelli poligonali e le schede (SAS, USM, US) delle campagne. Questo strumento agevola l'associazione di schede specifiche a ogni area di scavo, in relazione alla rispettiva e necessaria documentazione grafica georeferenziata sulla superficie terrestre (Fig. 7). Ad esempio, per ciascuna campagna di scavo e unità stratigrafica, è disponibile una rappresentazione completa dello strato con quote e grafici, correlata alla corrispondente scheda US. Il plug-in, inoltre, consente di validare i rapporti stratigrafici, di produrre il matrix di Harris ed esportare le schede ICCD precompilate in formato PDF.

In conclusione, l'avvio del progetto GIS a Monte Abatone è stato motivato dalla necessità di gestire e integrare una vasta gamma di informazioni eterogenee in un unico ambiente. Le sfide principali derivavano dalla diversità temporale e contestuale di tali dati, con l'ulteriore complessità di integrare la documentazione delle recenti campagne di scavo. L'approccio adottato ha previsto inizialmente una visione panoramica dell'intero pianoro e della sua posizione, per poi concentrarsi in modo dettagliato sulle aree coinvolte nelle campagne di scavo. I dati raccolti riguardanti l'intero pianoro, compresi quelli provenienti da fotografie aeree storiche, documentazione Leric e prospezioni, identificano la presenza di numerose sepolture, delle quali molte risultano a tumulo. La documentazione di scavo, d'altro canto, fornisce un quadro approfondito di un'area piccola ma significativa della necropoli. L'impiego di strumentazioni e software come quelli fotogrammetrici e, soprattutto, GIS consentono di integrare tutte queste informazioni in un sistema unificato e facilmente aggiornabile con nuovi dati. Tale soluzione offre, così, la possibilità di formulare connessioni intrecciando informazioni eterogenee e di aprire nuove prospettive nell'analisi dei dati raccolti.

L.L.

### 3. IL SISTEMA INFORMATIVO MULTI-SCALARE BIM E GIS DEL TUMULO CAMPANA

La progettazione sperimentale e la modellazione del Sistema Informativo multi-scalare, architettonico (BIM) e topografico (GIS) del Tumulo Campana nella necropoli di Monte Abatone – quale sviluppo del più recente rilievo digitale integrato (RDI) (GILOTTA *et al.* 2022) – sono tese a tre obiettivi correlati: l'integrazione tra la precisione geometrica del rilievo e la molteplicità di informazioni archeologiche, materiali e conservative del monumento etrusco; l'applicazione dell'information modelling ad un'architettura concavo-sottrattiva

priva di elementi edilizi autonomi perché intagliati in negativo nel banco di tufo, caratteristica propria dei tumuli etruschi; la definizione di un protocollo digitale di rilievo e di catalogazione alfanumerico, geometrico e multimediale sempre implementabile, interfacciabile con le più accreditate banche dati e piattaforme digitali dei beni culturali, ed estendibile ad altre architetture funerarie affini per caratteristiche costruttive.

Il RDI del Tumulo Campana è parte integrante delle campagne di scavo archeologico (2018-2022) svolte sul pianoro di Monte Abatone e coordinate dal prof. F. Gilotta; in particolare, le campagne di rilievo – svolte da P. Argenziano, A. Avella, A. Palmieri, T. Patriziano, coordinati dalla prof. A. Cirafici, del Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell’Ateneo vanvitelliano (CIRAFICI *et al.* 2022) – sono state condotte mediante l’acquisizione di dati mensori di topografia satellitare GNSS, di scansione laser tridimensionale e di fotogrammetria da drone ed hanno avuto come primo risultato – dopo opportune operazioni di allineamento, filtraggio e classificazione – il modello nuvola di punti georeferito, inteso come “clone digitale” della realtà dei luoghi alla data del rilevamento e alla scala naturale del monumento.

La conoscenza diretta del monumento, esperita durante le fasi di rilevamento, le prime valutazioni critiche, maturate attraverso la redazione dei grafici canonici di rilievo in CAD (in parte editi in CIRAFICI *et al.* 2022; PATRIZIANO c.s.) nonché lo studio della letteratura archeologica ceretana e dei sistemi informativi applicati a casi studio affini (GAIANI, BENEDETTI, APOLLONIO 2011; GARAGNANI, GAUCCI, GOVI 2016; LICHERI 2016; SCIANNA, GAGLIO, LA GUARDIA 2020; BOSCO *et al.* 2021) hanno orientato la progettazione del Sistema Informativo del Tumulo Campana che ha il suo fulcro in un database relazionale, modulabile e induttivo, basato sullo standard catalografico dell’ICCD per i beni archeologici, al quale sono stati collegati in corrispondenza duale – mediante codici identificativi univoci – gli omologhi elementi architettonici e decorativi, modellati in 3D (BIM) e in 2D (GIS) (VACCA *et al.* 2018; GUYO, HARTMANN, UNGUREANU 2021), come discretizzazione geometrica del “clone digitale”.

La procedura scelta ha fatto riferimento alle esperienze di discretizzazione geometrica da nuvole di punti note e consolidate nel campo della modellazione 3D reality based (superficiale e solida) del patrimonio edilizio, declinandola al caso specifico delle architetture funerarie ceretane, e quindi estendendola all’H-BIM secondo il procedimento geometrico sistematizzato da Banfi (BANFI 2017, 2020; BRUMANA *et al.* 2019), e al GIS secondo la consolidata tecnica di rappresentazione cartografica digitale.

Il database relazionale – elaborato nel software open source PostgreSQL – è articolato in cinque delle nove schede catalografiche previste dall’ICCD per i beni archeologici: Siti Archeologici (SI), Saggi Stratigrafici (SAS), Complessi Archeologici (CA), Monumenti Archeologici (MA), Reperti Archeologici

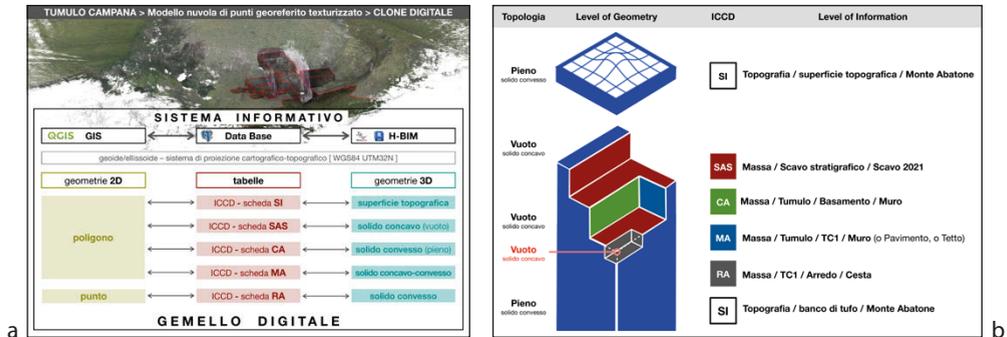


Fig. 8 – a) Schema a blocchi del sistema informativo e delle modellazioni 2D e 3D del Tumulo Campana. b) Diagramma concettuale dell'information modelling del Tumulo Campana (elab. T. Patriziano).

(RA) (MANCINELLI 2015) con potenziale interfaccia ed implementazione duale con il SIGEC Web del Ministero della Cultura. Se da un verso la logica relazionale del database è induttiva, dal sito archeologico al minimo reperto, la modellazione geometrica adottata è stata deduttiva, dalla scala naturale del “clone digitale” del Tumulo Campana a quella architettonica mediante procedure scan to H-BIM fino a quella topografica mediante procedure H-BIM to GIS, assicurando di fatto alti livelli di accuratezza geometrica (LOG) ed autonomia di elaborazione rispetto al Sistema Informativo (LOI) (Fig. 8a).

La modellazione scan to H-BIM del Tumulo Campana e dell'area archeologica occidentale di Monte Abatone è stata articolata attraverso quattro fasi successive: la segmentazione critica del “clone digitale”, la modellazione 3D NURBS, la modellazione solida e la modellazione solido-parametrica BIM.

Nella prima fase, operata nel software Autodesk Recap, il “clone digitale” è stato segmentato e classificato in insiemi omogenei corrispondenti ai singoli elementi architettonici e decorativi del Tumulo Campana. Da questi insiemi è stato elaborato – nella seconda fase utilizzando il software McNeel Rhinoceros, e protocolli standard di intercambio file da e verso i software di Autodesk – il modello 3D NURBS le cui superfici aderiscono con la migliore accuratezza possibile alle superfici scalpellate nel tufo ceretano. Per controllare la corrispondenza tra realtà e modello digitale, gli insiemi di punti omogenei, precedentemente classificati, sono stati sezionati in profili “nuvola di punti” corrispondenti alle matrici geometriche dei rispettivi elementi architettonici e decorativi; questi profili sono stati poi vettorializzati in curve piane NURBS, diventando così curve direttrici o generatrici delle superfici NURBS successivamente prodotte per traslazione o rivoluzione nello spazio cartesiano.

Siffatto modello superficiale è stato il riferimento per il modello solido, terza fase del procedimento: le superfici NURBS diventano le facce esterne

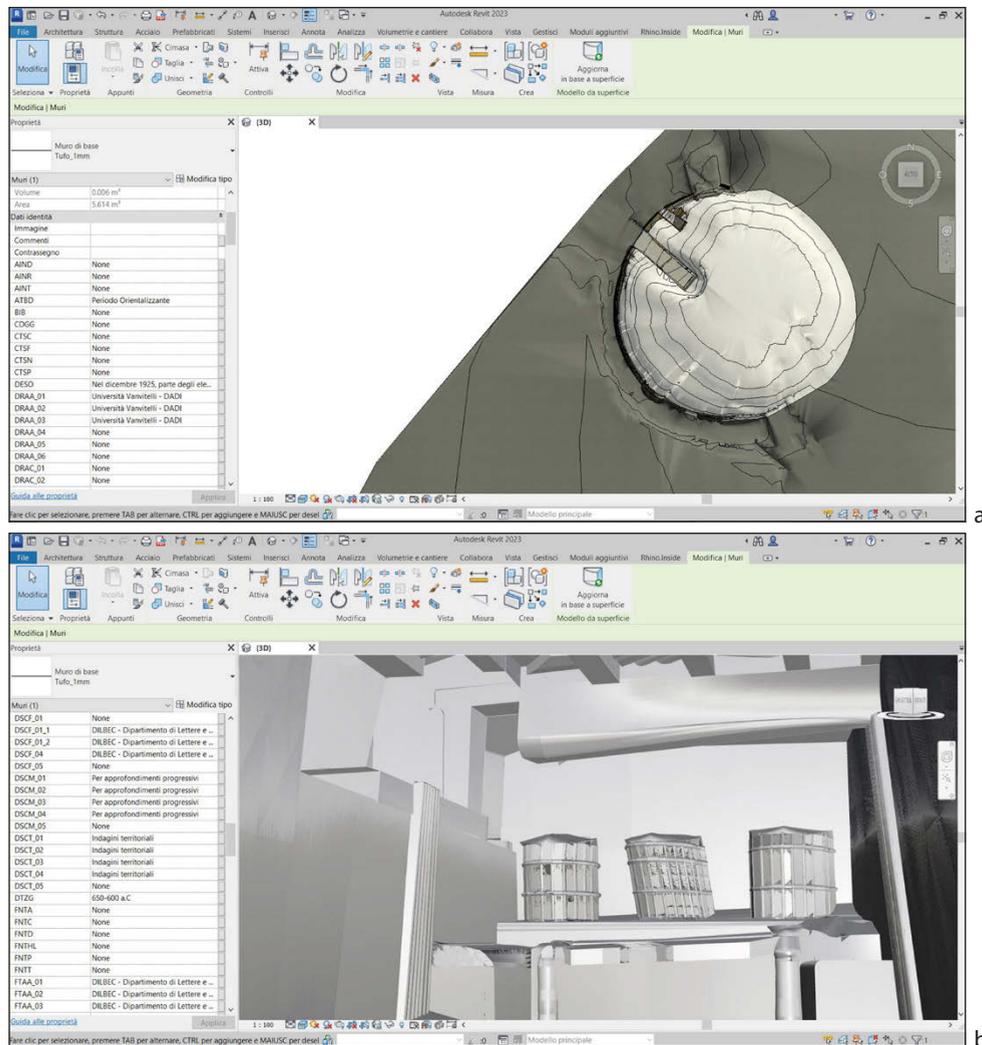


Fig. 9 – HBIM del Tumulo Campana: a) Proiezione zenitale nell’area topografica e relativi campi del database collegato. b) Proiezione prospettica della camera sinistra della Tomba Campana 1 e relativi campi del database collegato (elab. T. Patriziano).

(concave) del modello solido che traduce in ambiente digitale il banco di tufo ceretano nel quale fu scavato il Tumulo. Questo modello solido presenta due caratteristiche fondamentali: la suddivisione per spazi concavo-sottrattivi ed elementi edilizi (prima fase del procedimento) al fine di orientare la successiva parametrizzazione in ambiente BIM (quarta fase); un livello di accuratezza

geometrica (LOG) prossimo all'errore di graficismo della scala 1:10, tale che in BIM siano modellate e parametrizzate le varie parti del Tumulo fino ai dettagli architettonici e decorativi, e le fratture vandaliche o sismiche così come registrate in fase di rilevamento.

La modellazione solido-parametrica BIM – quarta fase del procedimento svolta integrando le potenzialità dei software McNeel Rhinoceros e Autodesk Revit – ha coniugato tre istanze: la modellazione solida degli elementi architettonici concavo-sottrattivi, non prevista nei software BIM; la gerarchia classificatoria degli elementi edili in BIM, condivisa e normata a livello internazionale; il collegamento al database del Sistema Informativo, basato sullo standard catalografico dell'ICCD, condiviso con la modellazione GIS del Tumulo Campana (Fig. 8b).

Dopo aver sperimentato il procedimento su alcuni esempi architettonici ceretani (PRAYON 1975) e in relazione ai disegni plano-altimetrici editi del Tumulo Campana (NASO 1996; GALIFFA 2017), si è definito un protocollo in quattro fasi:

1. La modellazione del sito – parte del settore occidentale di Monte Abatone – è stata suddivisa in due macro-elementi: il suolo è stato astratto ad una superficie mesh, parametrizzata come “topografia”; il sottosuolo ovvero il banco di tufo privo delle cavità dei tumuli è stato modellato come un solido convesso, parametrizzato come “massa”; entrambi gli elementi corrispondono alla scheda di catalogo Siti Archeologici.
2. La modellazione dei “vuoti” è stata organizzata differenziando i volumi scavati dagli Etruschi per conformare i vari elementi architettonici e decorativi del Tumulo e delle due tombe (la trincea anulare, i *dromoi* e le camere con al negativo gli elementi di arredo e decorativi) dai volumi di terra asportata temporaneamente dagli archeologi negli scavi del 2018-2022; questo gruppo di solidi è stato parametrizzato come “massa” e schedato come Saggi Stratigrafici con differenti declinazioni tematiche e cronologiche.
3. La modellazione BIM dei vari spazi e degli elementi architettonici, d'arredo e decorativi del Tumulo e delle tombe è stata elaborata applicando solidi sottili (masselli di “tufo ceretano”) sulle facce concave dei volumi “vuoti”; ciascuno di essi è stato parametrizzato in BIM nelle famiglie “muro”, “pavimento”, “tetto” in relazione alla rispettiva giacitura ed è stato etichettato con un codice univoco atto a relazionarlo alla catalogazione ICCD già imputata nel database.
4. Il collegamento tra gli elementi BIM e i rispettivi campi del database del Sistema Informativo è stato fatto attraverso uno script, coniato *ad hoc*, nel linguaggio Dynamo; ciò permette una autonomia di sviluppo e di implementazione dell'information modelling e del database (Fig. 9a-b).

La modellazione H-BIM to GIS del Tumulo Campana e dell'area archeologica sud-occidentale di Monte Abatone – elaborata nel software

open source QGIS – è stata articolata in tre fasi successive: la proiezione sul piano topografico dei modelli solidi in geometrie poligonali o puntuali, a seconda della corrispondente catalogazione ICCD; l’attribuzione della codifica univoca alle geometrie GIS, analogamente alle matrici BIM; il collegamento tra le geometrie GIS e i rispettivi campi del database del Sistema Informativo attraverso uno script, coniato *ad hoc*, nel linguaggio Python.

La modellazione tridimensionale e bidimensionale così elaborata ha raggiunto alti livelli di LOG e LOI (accuratezza geometrica e informativa) per raggiungere gli obiettivi intrinseci alla ricerca; è evidente che nell’estendere questo approccio ad altri casi-studio affini, il LOG e il LOI potranno essere modulati separatamente e via via implementati in relazione al tempo di elaborazione e agli obiettivi informativi attesi.

In conclusione, il Sistema Informativo e le sue modellazioni in BIM e in GIS esposte sono orientati verso la realizzazione del “gemello digitale” del Tumulo Campana con finalità di gestione e manutenzione attraverso il monitoraggio sensoristico in tempo reale del monumento (gemello fisico).

Estendendo la ricerca ad un nutrito gruppo di architetture affini al caso-studio, il Sistema Informativo e le sue rappresentazioni architettoniche e topografiche si arricchirebbero di dati interrogabili trasversalmente in relazione alla chiave critica (cronologia, geometria, morfologia, tipologia, decoro, culto, etc.), con il pregio di visualizzarle contestualmente nello spazio bidimensionale GIS e in quello tridimensionale BIM, oltretutto in piattaforme di Realtà Aumentata/Immersiva.

T.P.

FERNANDO GILOTTA

Dipartimento di Lettere e Beni Culturali  
Università della Campania “Luigi Vanvitelli”  
fernando.gilotta@unicampania.it

LUCA LUCCHETTI

Dipartimento di Studi linguistico-letterari, storico-filosofici e giuridici  
Università degli Studi della Tuscia  
luca.lucchetti@unitus.it

TERESA PATRIZIANO

Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale  
Università della Campania “Luigi Vanvitelli”  
tpatriziano@gmail.com

## BIBLIOGRAFIA

BANFI F. 2017, *BIM orientation: Grades of generation and information for different type of analysis and management process*, «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLII-2/W5, 57-64 (<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-57-2017>).

- BANFI F. 2020, *HBIM, 3D drawing and Virtual Reality for archaeological sites and ancient ruins*, «Virtual Archaeology Review», 11, 23, 16 (<https://doi.org/10.4995/var.2020.12416>).
- BECK D., BENTZ M., BIRKNER F., BRIESACK C., CARAFA V., COEN A., GALIFFA F., GILOTTA F., LUCCHETTI L., MICOZZI M., MORPURGO G., MÜLLER T., RIZZO C. 2021-2022, *Die Monte Abatone-Nekropole von Cerveteri. Vorbericht zur Grabungskampagne 2021*, «Kölner und Bonner Archaeologica», 11/12, 77-93.
- BECKER Y., BENTZ M., BRIESACK C., COEN A., D'ANNA T., DE GEMMIS A., GALIFFA F., GILOTTA F., LUCCHETTI L., MICOZZI M., MORPURGO G., MÜLLER T. 2021-2022, *Die Monte Abatone-Nekropole von Cerveteri. Vorbericht zur Grabungskampagne 2022*, «Kölner und Bonner Archaeologica», 11/12, 95-111.
- BENTZ M., COEN A., GILOTTA F., MICOZZI M. c.s., *La necropoli di Monte Abatone dalle indagini della Fondazione Lerici ai nuovi scavi: verso una ricomposizione del quadro culturale*, in V. BELLELLI, A. COEN, A. CONTI, L.M. MICHETTI, M. MICOZZI (eds.), *Cronache ceretane. Seminario sulla storia degli scavi e delle collezioni archeologiche disperse*, in corso di stampa.
- BOSCO A., CARPENTIERO L., D'ANDREA A., MINUCCI E., VALENTINI R. 2021, *Developing an ABIM system: A new perspective for archaeological data management*, in A. CARVALE (ed.), *Archaeological Computing: Selected Papers from the 2020 IMEKO TC-4 Metro-Archaeo International Conference*, «Archeologia e Calcolatori», 32.2, 167-176 (<https://doi.org/10.19282/ac.32.2.2021.15>).
- BRADFORD J. 1957, *Ancient Landscapes. Studies in Field Archaeology*, London, Bell & Sons.
- BRUMANA R., BANFI F., CANTINI L., PREVITALI M., DELLA TORRE S. 2019, *HBIM level of detail-geometry-accuracy and survey analysis for architectural preservation*, «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLII-2/W11, 293-299 (<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-293-2019>).
- Caere 7 c.s. = GILOTTA F. (ed.), *Ricerche in corso a Cerveteri, tra Canada ed Europa*, in *Caere 7*, Roma, CNR Edizioni, in corso di stampa.
- CIRAFICI A., AVELLA A., ARGENZIANO P., PATRIZIANO T. 2022, *Laser scanning, photogrammetry*, in GILOTTA *et al.* 2022, 231-234.
- FORTE M. 2002, *I Sistemi Informativi Geografici in Archeologia*, Roma, MondoGIS.
- GAIANI M., BENEDETTI B., APOLLONIO F.I. 2011, *Teorie per rappresentare e comunicare siti archeologici attraverso modelli critici*, «SCIRES-IT», 1, 2, 33-70 (<https://dx.doi.org/10.2423/i22394303v1n2p33>).
- GALIFFA F. 2017, *Tumulo Campana (tomba a camera, area ad uso funerario). Cerveteri, ca. 650 a.C.-ca. 600 a.C. Codice di catalogo nazionale 1201339004*, Roma, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.
- GARAGNANI S., GAUCCI A., GOVI E. 2016, *ArchaeoBIM: dallo scavo al Building Information Modeling di una struttura sepolta. Il caso del tempio tuscanico di Uni a Marzabotto*, «Archeologia e Calcolatori», 27, 251-270 (<https://doi.org/10.19282/AC.27.2016.13>).
- GILOTTA F., CARAFA V., MORPURGO G., RIZZO C., CIRAFICI A., AVELLA A., ARGENZIANO P., PATRIZIANO T., MICOZZI M., GALIFFA F., LUCCHETTI L., BENTZ M., BECK D., BIRKNER F., BRIESACK C., KLUGE P., LANG M., COEN A., ZINNI M. 2022, *Researches at the Monte Abatone Necropolis (Cerveteri)*, «Archeologia e Calcolatori», 33.2, 135-152 (<https://doi.org/10.19282/ac.33.2.2022.08>).
- GUYO E., HARTMANN T., UNGUREANU L. 2021, *Interoperability between BIM and GIS through open data standards: An overview of current literature*, in M. POVEDA-VILLALÓN, P. PAUWELS (eds.), *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Linked Data in Architecture and Construction Workshop - LDAC2021*, Luxembourg, 115-126.
- LERICI C.M. 1957, *Campagna di prospezioni archeologiche nella necropoli etrusca di Monte Abatone*, Milano, Lerici.
- LERICI C.M. 1960, *Nuove testimonianze dell'arte e della civiltà etrusca*, Milano, Lerici.

- LICHERI A. 2016, *Prospettive sull'utilizzo del Building Information Modelling (BIM) in archeologia*, in P. BASSO, A. CARVALE, P. GROSSI (eds.), *ARCHEOFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del IX Workshop (Verona 2014)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 8, 197-202 ([https://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl\\_8/25\\_Licheri.pdf](https://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_8/25_Licheri.pdf)).
- MANCINELLI M.L. 2015, *Nota introduttiva alle normative per la catalogazione dei beni archeologici*, Roma, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.
- MANDOLESI L., COCCA E. 2013, *PyArchInit gli sviluppi dopo ArcheoFOSS 2009*, in M. SERLORENZI (ed.), *ARCHEOFOSS Free, Libre and Open Source Software e Open format nei processi di ricerca archeologica. Atti del VII Workshop (Roma 2012)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 4, 128-138 ([https://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl\\_4/14\\_Mandolesi\\_Cocca.pdf](https://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_4/14_Mandolesi_Cocca.pdf)).
- MICOZZI M. 2021, *I bambini perduti di Cerveteri. Primi appunti per la ricostruzione della ritualità funeraria infantile nelle necropoli di Monte Abatone e della Banditaccia*, in E. GOVI (ed.), *Birth. Archeologia dell'infanzia nell'Italia preromana*, Bologna, Bononia University Press, 395-416.
- MONTAGNETTI R., MANDOLESI L. 2019, *QGIS, pyArchInit and Blender: Surveying and management of archaeological data with open source solutions*, «Archeomatica», 4, dicembre, 30-41 (<https://doi.org/10.48258/arc.v10i4.1706>).
- NASO A. 1996, *Monte Abatone: Campana 1*, in A. NASO, *Architetture dipinte*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 35-38.
- PATRIZIANO T. c.s., *Il rilievo digitale integrato del Tumulo Campana*, in *Caere 7*, in corso di stampa.
- PESARESI C. 2017, *Applicazioni GIS. Principi metodologici e linee di ricerca. Esercitazioni ed esemplificazioni guida*, Torino, UTET Università.
- PRAYON F. 1975, *Frühetruskische Grab- und Hausarchitektur*, Heidelberg, F. H. Kerle.
- REMONDINO F. 2014, *Photogrammetry: Theory*, in F. REMONDINO, S. CAMPANA (eds.), *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and Best Practices*, Oxford, BAR International Series 2598, 65-73.
- SCIANNA A., GAGLIO G.F., LA GUARDIA M. 2020, *HBIM data management in historical and archaeological buildings*, «Archeologia e Calcolatori», 31.1, 231-252 (<https://doi.org/10.19282/ac.31.1.2020.11>).
- TARTARA P. 2003, *Ortofotopiano storico IGM 1930 del territorio tra Cerveteri e la costa*, in M. GUAITOLI (ed.), *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Catalogo della mostra, Roma, Campisano, 157-166.
- TARTARA P. 2018, *Territorio di Caere: viabilità e distribuzione delle necropoli attraverso la fotografia aerea*, in A. NASO, M. BOTTO (eds.), *Caere orientalizzante. Nuove ricerche su città e necropoli*, Roma, CNR Edizioni, 123-153.
- VACCA G., QUQUERO E., PILI D., BRANDOLINI M. 2018, *GIS-HBIM integration for the management of historical buildings*, «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLII (June), 4-7 (<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1129-2018>).

## ABSTRACT

An overview is presented of ongoing initiatives within the frame of the Monte Abatone Project, focused on the large urban necropolis of the Etruscan city of Caere (Cerveteri). Excavation campaigns; a multi-layered GIS, suitable for archive data and new acquisitions onfield; an experimental processing and modeling of the multi-scalar Information System – architectural (BIM) and topographic (GIS) – of the Campana Tumulus; challenging restorations of thousands of sherds: all this should contribute to have a clearer picture of the necropolis and of the historical and cultural profile of the city.