

ARCHEO-RESTITUZIONI TERRITORIALI E URBANE, VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO E SOFTWARE OPEN SOURCE

1. INTRODUZIONE

In questo contributo vedremo come l'utilizzo dei software open source possa costituire un ausilio importante per la restituzione dei paesaggi antichi scomparsi nella loro morfologia e orografia, e di come si possano produrre dei risultati direttamente utilizzabili nella valutazione del rischio archeologico.

Il caso di studio è quello di restituzioni funzionali alla progettazione e realizzazione della linea C della Metropolitana di Roma.

A partire dal 2006 la cooperativa Parsifal si è occupata in modo particolare di una zona immediatamente esterna alle Mura Aureliane, una fascia di circa 2,5 km compresa tra Porta Maggiore e Porta Metronia (Fig. 1).

La principale finalità delle ricerche è stata quella di valutare la potenza della stratigrafia antropica evidenziando, e ove possibile quantificando, gli spessori della stratificazione di età antica.

Le indagini preliminari alla realizzazione della Metropolitana hanno individuato punti dove la stratigrafia antropica raggiunge spessori enormi, giungendo a profondità prossime ai 20 m. L'indagine di livelli così profondi presenta difficoltà, a volte insormontabili per lo scavo archeologico, e pone nuove problematiche alla conoscenza della forma stratigrafica della città di Roma (Figg. 2-3). L'archeologia urbana diviene difficilmente comprensibile se non opportunamente contestualizzata nello spazio tridimensionale compreso tra le paleosuperfici di origine geologica e la città moderna.

Il punto di arrivo del nostro lavoro è stato la restituzione piano-altimetrica dei paesaggi antichi e delle loro superfici che hanno attraversato, colmato, tagliato, modificato la tormentata orografia naturale del sito di Roma.

Partendo dalla città attuale si è lavorato alla restituzione delle superfici del tardo XIX secolo, inizi XX secolo, cioè lo stato dei luoghi precedente alle notevoli alterazioni del paesaggio urbano intervenute dopo l'Unità d'Italia e sino agli anni Trenta del Novecento. Si è quindi atteso a restituire quello che potremmo chiamare paesaggio tardo-antico, cioè l'interfaccia superiore delle stratificazioni di età romana. È stato quindi ricostruito l'andamento delle superfici non antropiche, cioè di quell'interfaccia dove non si riscontra più la presenza di manufatti e tracce umane.

Le fonti di dati utilizzate per tali ricostruzioni possono essere raggruppate in tre categorie principali:

– cartografia storica;



Fig. 1 – Il territorio tra Porta Maggiore e Porta Metronia, restituzione 3D dello stato attuale.

- scavi e ritrovamenti noti dalla letteratura archeologica e da documenti d'archivio;
- letture archeologiche dei sondaggi a carotaggio continuo.

La cartografia storica è stata la fonte primaria per la restituzione delle superfici del XIX e del XX secolo. Imprescindibili per la restituzione sono stati i dati altimetrici espressi attraverso quote e curve di livello.

La rappresentazione della città di Roma diviene planimetricamente affidabile a partire dalla pianta di Giovanni Battista Nolli del 1748, ma soltanto nel 1875-76, l'allora Istituto Topografico Militare redasse una pianta quotata che comprendeva l'area urbana (Fig. 4). Una completa collazione dei rilievi precedenti ed un'accurata restituzione delle altimetrie, con equidistanza a 1 m, verrà effettuata dall'IGM nel 1906 (Fig. 5). Questo documento costituirà la base topografica del piano regolatore della città di Roma del 1908 (SANJUST DI TEULADA 1908).

L'analisi di tale cartografia è stata sufficiente per restituire in 3D la forma del paesaggio moderno precedente alle trasformazioni urbanistiche di età contemporanea (Fig. 8).

La cartografia storica, anche se priva di riferimenti altimetrici, fornisce infatti importanti informazioni riguardo a resti di età antica e ad edifici più recenti oggi scomparsi, ma che erano ancora visibili nel paesaggio della città moderna.

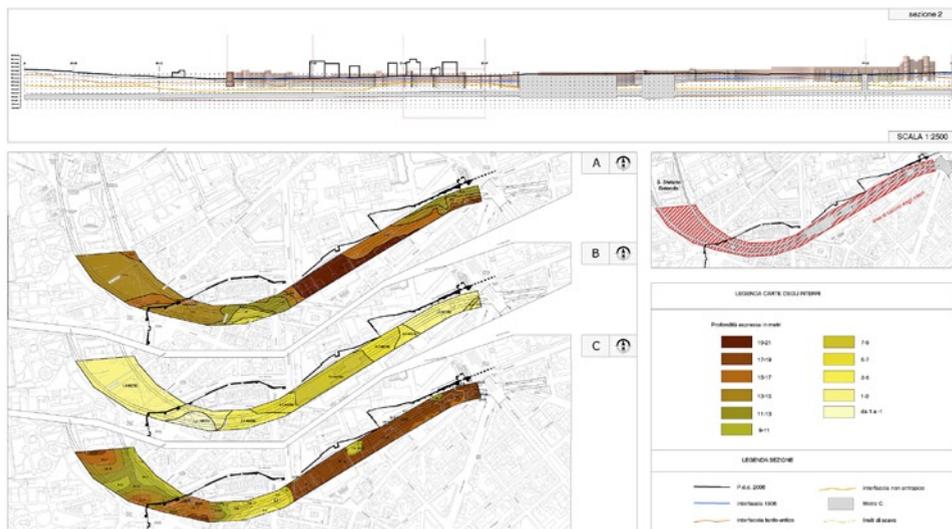


Fig. 2 – Mappatura degli interri tra Porta Asinaria e Porta Metronia.

L'analisi delle piante di Roma fornisce anche elementi indiziari per la conoscenza dell'orografia scomparsa; particolarmente utili a questo proposito sono le vedute prospettive della città del tardo XVI e del XVII secolo.

La restituzione dell'interfaccia tardo-antica e di quella paleoantropica si basa principalmente su informazioni puntuali provenienti da scavi e carotaggi.

Gli scavi archeologici danno ovviamente informazioni fondamentali, ma spesso, anche per rinvenimenti recenti, possono sussistere incertezze riguardo al posizionamento soprattutto in assenza di quote sul livello del mare che sono uno strumento essenziale per restituire la realtà antica e per preservare l'informazione archeologica rispetto ai mutamenti della città contemporanea.

Come è stato scritto le quote slm sono un «vero e proprio anello di congiunzione tra le valenze scientifiche e quelle della tutela in quanto permettono di stabilire una quotatura del rischio archeologico» (AZZENA 1994, 276).

Un'altra fonte di grande importanza sono le letture geoarcheologiche dei carotaggi. L'iter progettuale e realizzativo della metropolitana ha richiesto, e ancora richiede, numerosissimi sondaggi a recupero di nucleo. Nel tratto tra Porta Maggiore e Porta Metronia abbiamo potuto utilizzare dati provenienti da circa 700 sondaggi realizzati a partire dagli anni Novanta. L'utilizzo dei carotaggi come strumento di conoscenza archeologica (CREMASCHI, BARONI 2000) presenta notevoli difficoltà date dalla puntualità del campione, da possibili errori di lettura e da frequenti inconvenienti tecnici che possono

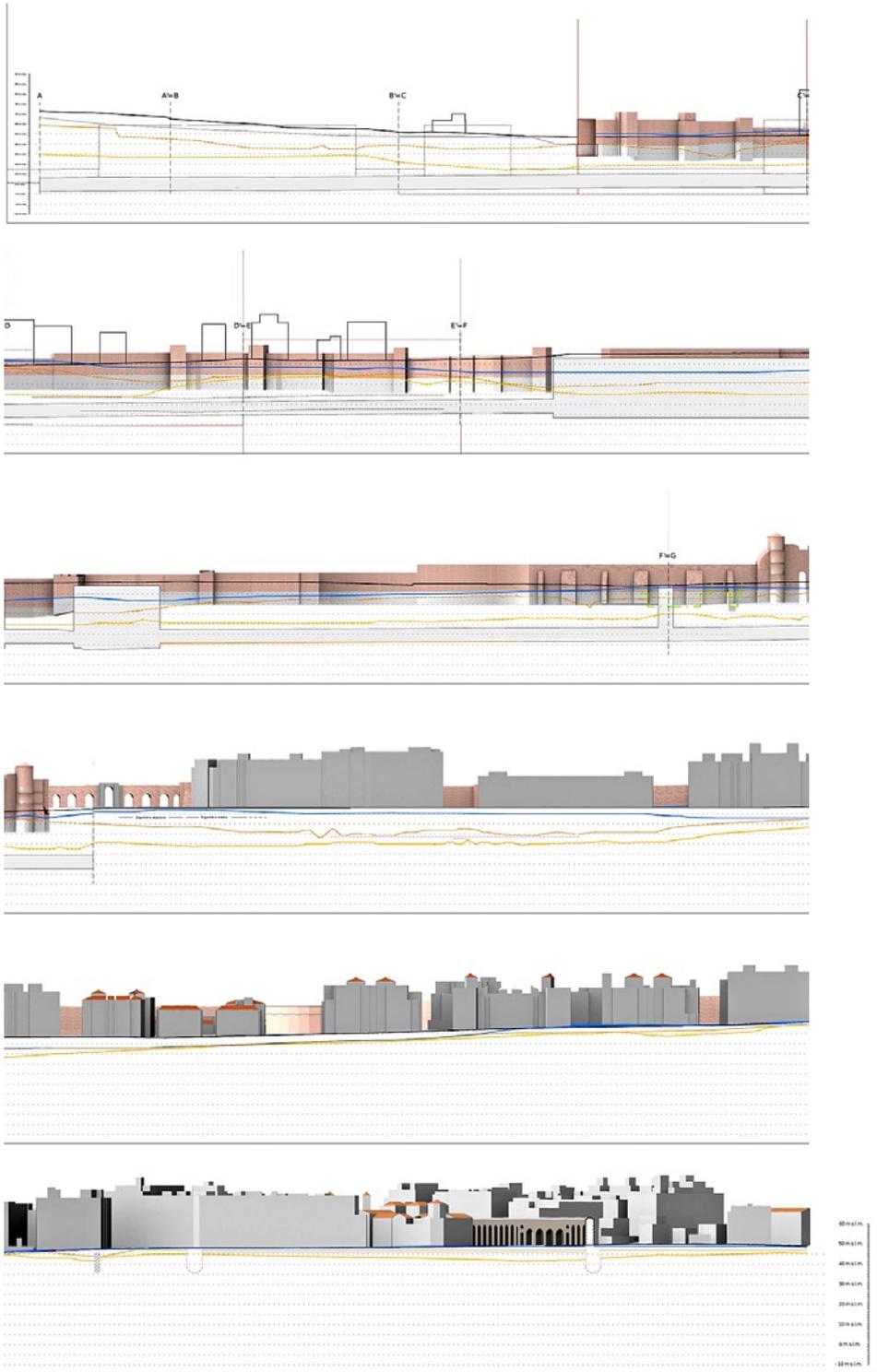


Fig. 3 – Sezione stratigrafica.



Fig. 4 – Particolare del rilievo 1:25.000 dell'Istituto Topografico Militare 1875-1876 (da FRUTAZ 1962).

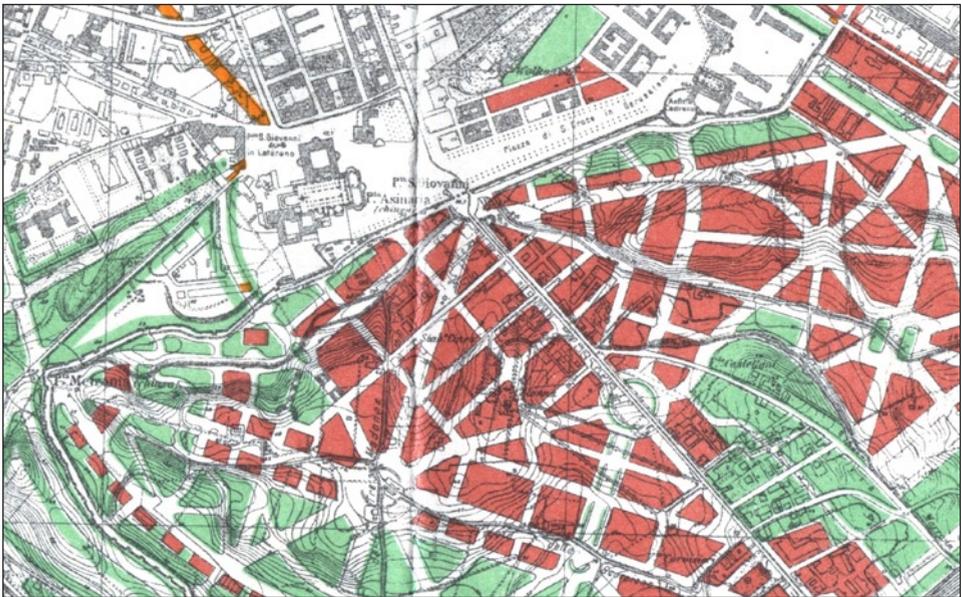


Fig. 5 – Particolare del piano regolatore della città di Roma del 1908 su base IGM 1906 (SANJUST DI TEULADA 1908).

Data				Scheda					
Campagna				di...					
Sondaggio		Inclinazione		Archeologo					
Quota s.l.m.		Diametro							
Localizzazione				Metri totali					
									
N°		Descrizione		Componenti					
Q. Max				Matrice		Scheletro			
Q. Min				suoli		Reperti particolari		misure	prof.
Spessore				X XX XXX					
Definizione				argilla					
Substrato geol.				limo		Inclusi		Frequenza	Dimensioni
Paleosuolo				sabbia		scarsa	media	alta	mm cm dm
Alluvionale antico				ghiaia		Ceramica			
Alluvionale antropico				pozzolana		laterizi			
Strato di frequentazione				altro		intonaci			
Riperto						Grumi di malta			
Cavità									
Perdita di campione									
Altro:									
Struttura				Legante		Inerti			
Struttura?				malta sabbiosa					
Paramento/Rivest.				malta pozzolanica					
Nucleo				Altro:					
Fondazione									
Piano pavimentale		Materiali coesi							
altro:		sciolti							
				Colore Leg.:		Cronologia presunta			
N°		Descrizione		Componenti					
Q. Max				Matrice		Scheletro			
Q. Min				suoli		Reperti particolari		misure	prof.
Spessore				X XX XXX					
Definizione				argilla					
Substrato geol.				limo		Inclusi		Frequenza	Dimensioni
Paleosuolo				sabbia		scarsa	media	alta	mm cm dm
Alluvionale antico				ghiaia		Ceramica			
Alluvionale antropico				pozzolana		laterizi			
Strato di frequentazione				altro		intonaci			
Riperto						Grumi di malta			
Cavità									
Perdita di campione									
Altro:									
Struttura				Legante		Inerti			
Struttura?				malta sabbiosa					
Paramento/Rivest.				malta pozzolanica					
Nucleo				Altro:					
Fondazione									
Piano pavimentale		Materiali coesi							
altro:		sciolti							
				Colore Leg.:		Cronologia presunta			

Fig. 6 – Lettura archeologica dei carotaggi, scheda tipo e restituzione grafica.

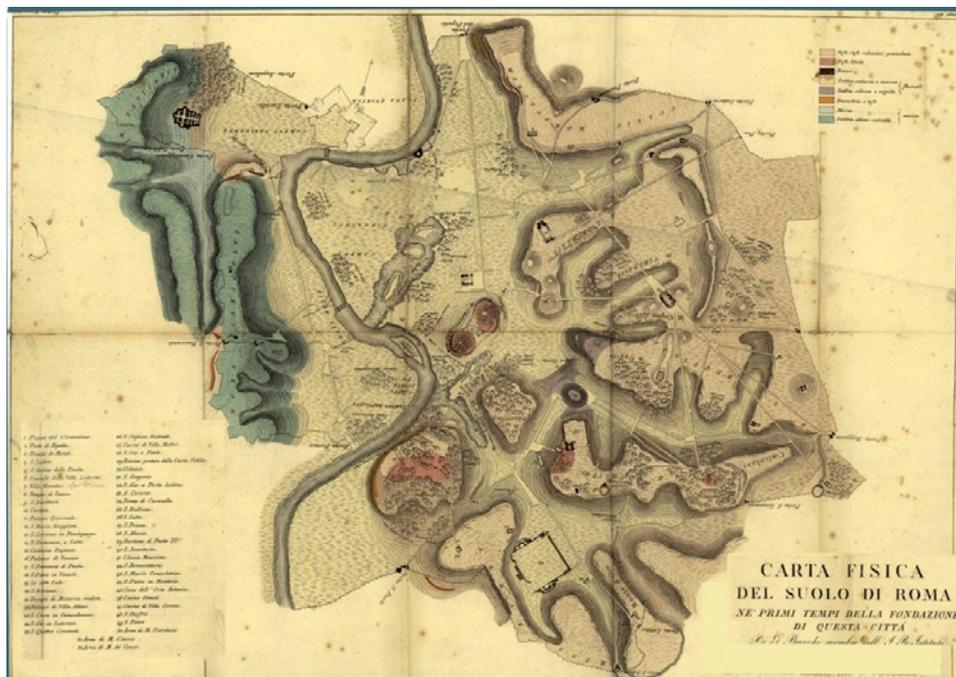


Fig. 7 – “Carta fisica del suolo di Roma nei primi tempi della fondazione di questa città” redatta nel 1820 dal naturalista Giovanni Battista Brocchi (BROCCHI 1820).

verificarsi nell'estrazione della carota (quali perdite di campione, scivolamento dei materiali, alterazione della granulometria del deposito per effetto del dilavamento idraulico).

Le indicazioni provenienti dai carotaggi possono essere ben utilizzate laddove si vadano a ricercare, in gruppi numericamente consistenti di sondaggi, pochi dati essenziali riguardo alla stratigrafia. Nel nostro caso, oltre ad eventuali resti strutturali intercettati dai carotaggi, abbiamo considerato altimetricamente tre elementi:

- la quota del boccaforo slm, quindi la quota di partenza del sondaggio nella città contemporanea;
- la quota di sommità della stratigrafia antica (laddove rilevabile);
- la quota a cui cessa qualsiasi traccia di antropizzazione.

Nell'impossibilità di una revisione autoptica di tutti i 700 sondaggi realizzati, l'analisi si è potuta avvalere dei resoconti di geologi e di archeologi. Particolarmente importante è stato il lavoro di M. Martines che ha curato la lettura archeologica diretta di molti carotaggi.

A partire dal 2008 la lettura archeologica di alcune campagne di sondaggi è stata affidata alla cooperativa Parsifal ed è stata realizzata una scheda specifica per la disamina dei carotaggi al fine di arrivare a una dettagliata descrizione analitica e ad una corretta caratterizzazione grafica (Fig. 6).

Le informazioni degli scavi e quelle dei carotaggi risultano essere essenziali per definire le quote superiori della stratificazione antica restituendo quello che può essere definito come orizzonte o interfaccia della tarda antichità.

L'individuazione di questa interfaccia è spesso possibile nei carotaggi per la comparsa di stratigrafie con alta densità di frammenti ceramici di età romana. È opportuno ricordare che l'individuazione delle quote superiori della stratigrafia antica risulta facilitata in ambito periurbano, dove la stratigrafia di età medievale è rappresentata essenzialmente da accumuli di origine naturale che separano i riporti moderni e contemporanei da quelli antichi.

L'altro dato essenziale fornito dai carotaggi è dato dalla comparsa del "terreno naturale", ciò che convenzionalmente possiamo definire come interfaccia non antropica, rilevabile alla quota a cui il campione prelevato non restituisce più alcuna traccia di manufatti umani.

Modellare il terreno naturale, seguirne gli andamenti e le asperità, registrare la paleoidrografia del territorio di Roma, prima dell'urbanizzazione della città antica, appare come un elemento imprescindibile per la comprensione del bacino stratigrafico soprastante.

L'archeologia e la geologia del XX secolo si sono quasi totalmente disinteressate della forma originaria del territorio alla base della stratigrafia antropica e soltanto recentemente i terreni di riporto sono stati oggetto di mappature tematiche che ne indicano la potenza (FUNICIELLO 1995). Ancora oggi un valido tentativo di rappresentazione complessiva della forma originaria della città è la "Carta fisica del suolo di Roma nei primi tempi della fondazione di questa città" redatta nel 1820 dal naturalista Giovanni Battista Brocchi (Fig. 7).

2. METODOLOGIA DELLE RESTITUZIONI E SOFTWARE

Occuparsi della morfologia scomparsa della città di Roma da un punto di vista archeologico si è dimostrata subito una questione complessa a causa della varietà e disomogeneità delle informazioni disponibili. Ci si è subito resi conto che qualunque metodologia avessimo seguito questa doveva essere abbastanza flessibile da permettere di aggiungere delle informazioni e modificare i risultati. In altre parole si è optato per un sistema "aperto" in cui abbiamo normato i passaggi che portano dai dati raccolti alla restituzione archeologica e paesaggistica delle varie epoche storiche individuate.

La struttura della banca dati è tripartita in dati oggettivi raccolti sul campo e in archivio, dati derivati da successiva rielaborazione (interpolazione pia-



Fig. 8 – Il territorio tra Porta Maggiore e Porta Metronia, restituzione 3D dello stato dei luoghi agli inizi del XX secolo (altimetria da IGM 1906 su foto aerea Alberto Nistri 1919).

no-altimetrica, reintegrazione architettonica, etc.), e restituzione archeologica cartacea o digitale (planimetrie, sezioni, viste 3D, Web-GIS, modelli esplorabili in real-time). Abbiamo la speranza che la divisione netta tra dati di prima mano e ipotesi ricostruttive, così come l'esplicitazione delle procedure di rielaborazione dei dati, diano a questo "sistema aperto" la credibilità di uno strumento valido per restituire la morfologia nascosta di Roma.

Prediligendo dei formati durevoli nel tempo, la scelta si è orientata verso software free ed open source e in particolare su due programmi già da tempo impiegati dai professionisti di settore: GRASS per la piattaforma GIS e Blender per la modellazione e restituzione 2D e 3D. Il sistema di database interno a questi software permette l'elaborazione collaborativa dei modelli, offre degli strumenti di lavoro di alto livello e conserva i dati in formati aperti.

Uno degli obiettivi è quello di restituire visivamente il paesaggio archeologico. Per questo motivo i dati raccolti, dopo essere stati introdotti in apposite schede (cfr. *supra*), sono stati ulteriormente discretizzati in una planimetria di punti quota in cui convergono informazioni provenienti da fonti diverse (carotaggi, scavi, fonti scritte, rappresentazioni storiche della città, etc.). Questa planimetria dei punti quota rappresenta nello spazio dove, e a che altezza sul livello del mare, si viveva in una determinata epoca.

Gli algoritmi di interpolazione dei punti quota vengono utilizzati negli studi geologici ormai da diversi anni per ricostruire la stratigrafia geo-



Fig. 9 – Il territorio tra Porta Maggiore e Porta Metronia, restituzione 3D dell'interfaccia non antropica.

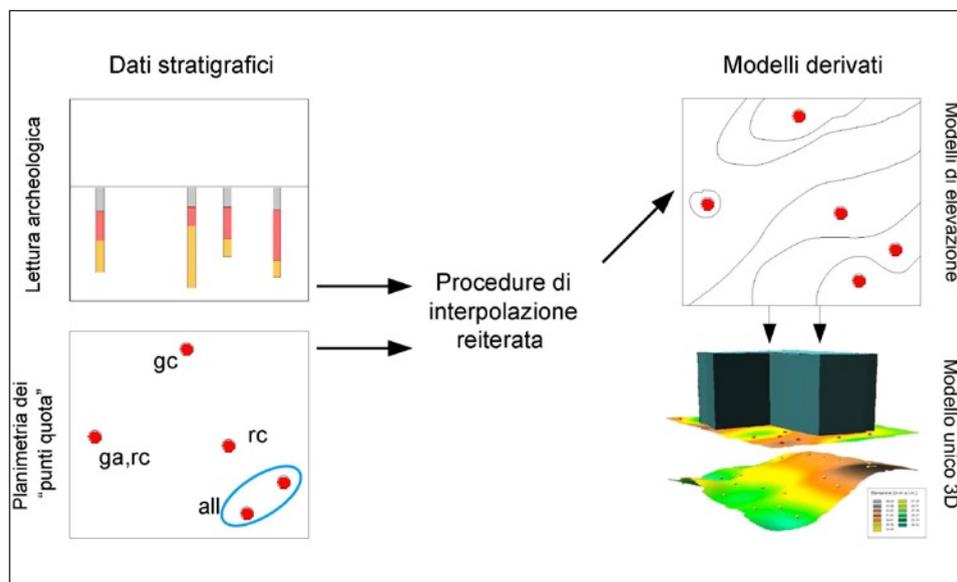


Fig. 10 – Schema di interpolazione da punti quota.



Fig. 11 – Generazione di sezioni bidimensionali dal modello 3D.

logica sepolta ma sono ancora scarsamente applicati in ambito archeologico (Fig. 10). In effetti l'utilizzo di tali tecniche necessita di particolari accorgimenti metodologici in quanto l'azione antropica è una anomalia nel tessuto paesaggistico e, quindi, difficile da ricostruire con tali strumenti. Per ovviare a questo si è proceduto a raggruppare i dati in base alle loro caratteristiche. I punti quota non sono tutti uguali, alcuni indicano l'elevazione effettiva di una determinata epoca, altri sono stati chiaramente ribassati da successive azioni di taglio, altri addirittura rappresentano solo dei riferimenti relativi (l'interfaccia di una determinata epoca può essere maggiore o minore di un dato valore). Nel caso di un paesaggio caratterizzato da importanti salti di quota artificiali, come terrazzamenti o livellamenti, i modelli di elevazione sono stati generati separatamente a partire dalle rispettive porzioni della planimetria dei punti quota evitando quindi errori nei risultati delle interpolazioni. Nel nostro caso di studio il problema si è posto anche per la valutazione dell'incidenza sul paesaggio di grandi complessi architettonici come le Mura Aureliane o i resti del Circo Variano.

Un altro accorgimento è stato quello di restringere il più possibile le modellazioni all'area effettivamente documentata perché al di fuori del poligono ideale che circonda i dati l'interpolazione perderebbe qualunque consistenza documentaria generando grandi problematiche soprattutto nella produzione delle carte degli interri.

Una volta ottenuti i modelli di elevazione del suolo di ogni singola epoca si è abbandonata la piattaforma GIS GRASS e ci si è spostati nel software di modellazione 3D Blender per far interagire la stratigrafia sepolta con le

strutture archeologiche, la città attuale e la progettazione della Metro C. Il GIS per sua natura non permette di curare l'editing e la rappresentazione tridimensionale al livello che risulta necessario. Nell'ambito dei software 3D invece diventa disponibile una serie straordinaria di tool orientati proprio alla restituzione. Blender in particolare è una piattaforma di lavoro a tutto tondo con un sistema di database che permette l'editing collaborativo in tempo reale di più persone all'interno dello stesso ambiente 3D e prevede qualsiasi output digitale: dalle sezioni stratigrafiche urbane alla produzione filmica fino al prodotto multimediale di realtà virtuale realtime.

Le principali interfacce restituite, non antropica (Fig. 9), tardoantica e XIX-XX secolo (Fig. 8), sono state sovrapposte nello spazio tridimensionale fino alla restituzione della città attuale ricreando un modello completo del bacino stratigrafico ipotizzato. A partire da tale restituzione diviene possibile aggiungere l'ingombro volumetrico delle opere in progetto e valutarne l'impatto sulla stratigrafia sepolta. È altresì possibile ricavare delle sezioni bidimensionali per visualizzare in maniera tecnica e schematica la stratigrafia lungo qualsiasi asse prescelto (Fig. 11).

EMANUEL DEMETRESCU, SERGIO FONTANA
Parsifal Cooperativa di Archeologia

BIBLIOGRAFIA

- AZZENA G. 1994, *Topografia di Roma antica: ipotesi per una sistematizzazione dei dati a valenza topografica*, «Archeologia e Calcolatori», 5, 268-292.
- BROCCHI G.B. 1820, *Dello stato fisico del suolo di Roma, memoria per servire d'illustrazione alla Carta Geognostica di questa città*, Roma, Stamperie De Romanis.
- CREMASCHI M., BARONI C. 2000, *Manuale di Geoarcheologia*, Bari-Roma, Laterza.
- FRUTAZ A. 1962, *Le piante di Roma*, vol. III, Roma, Istituto di Studi Romani.
- FUNICIELLO R. (ed.) 1995, *La geologia di Roma, il centro storico*, Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. 50, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- SANJUST DI TEULADA E. 1908, *Piano Regolatore della città di Roma 1908, Relazione presentata al Consiglio Comunale di Roma*, Roma, Danesi.

ABSTRACT

This paper is based on the experiment related to archaeological risk that the Parsifal Cooperativa di Archeologia conducted in the preliminary studies of the Roman Metro line C. The goal was the restitution of ancient landscapes and their surfaces that have crossed, filled, cut or otherwise altered the pre-existing, contorted natural orography of the city of Rome. Knowledge of urban stratification was acquired through multiple categories of information. In these studies, the representation of the terrain-models was obtained through open source software that made it possible to create a concrete display of 2D and 3D elements of the surfaces belonging to various periods (ancient, modern and contemporary landscapes).