

DA BING MAPS ALLA CARTOGRAFIA ARCHEOLOGICA FINALIZZATA DI OSTIA ANTICA. L'UTILIZZO DELL'ALGORITMO SPLINE DI ARCMAP.

di Davide Mastroianni

I primi risultati in merito all'utilizzo delle immagini aeree verticali e oblique di Bing Maps sono stati pubblicati in questa sede (Mastroianni 2014; Mastroianni 2016). Nello specifico, per la città di Ostia, sono stati individuati molti fotogrammi che mostrano un panorama di tracce archeologiche che descrivono un tessuto topografico urbano e suburbano da portare interamente alla luce (Per una maggiore descrizione delle tracce e della loro disposizione topografia si rimanda all'articolo *Il contributo di Bing Maps per lo studio della città di Ostia Antica*, in *Archeomatica*, 3, 2016, Roma 2016, pp. 10-14).

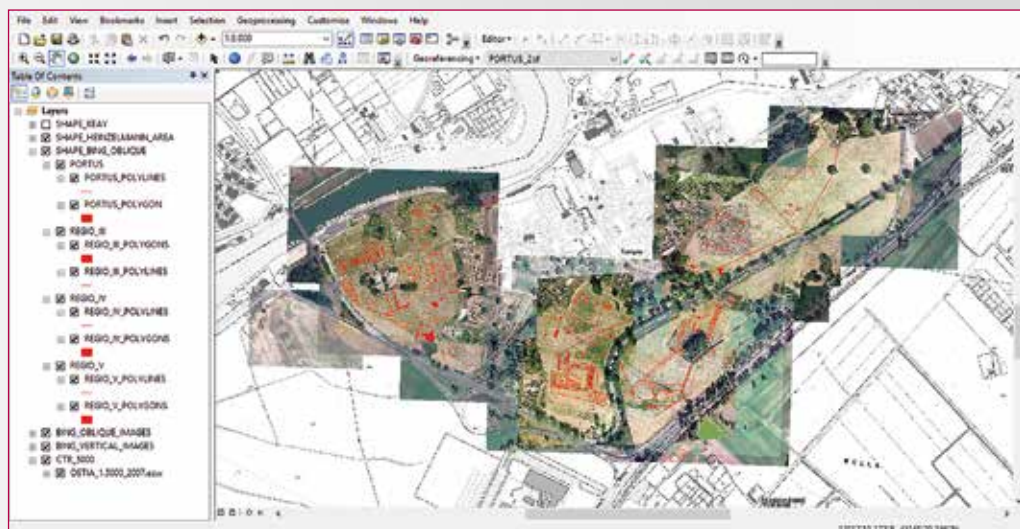


Fig. 1. Struttura del GIS con la suddivisione dei layers e shapefiles, suddivisi in polilinee e poligoni, per le Regioni.

LA STRUTTURA DEL GIS E L'USO DELLA TRASFORMAZIONE SPLINE PER LA GEOREFERENZIAZIONE DELLE IMMAGINI

Tutto il materiale aerofotografico è stato digitalizzato, georeferenziato, processato e riversato in un sistema GIS, con l'utilizzo di ArcMap 10,5, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio, in scala 1:5000 del 2007, UTM 33N, Datum D_ETRS_1989. Il datum è fondamentale, negli applicativi GIS, per la localizzazione della cartografia di base di utilizzo e per una corretta sovrapposizione di dati raster con e privi di coordinate spaziali. Sono stati creati due gruppi di layers, rispettivamente per le immagini verticali e oblique, suddivise per aree (*Regio III, IV, V e Portus*). All'interno dei gruppi di layers, dopo un'accurata georeferenziazione delle immagini, sono stati organizzati gli shapefiles delle tracce vettorializzate, suddivisi in polilinee e poligoni (Fig. 1). Quando si georeferenziano i dati raster, si definisce la sua posizione utilizzando le coordinate della mappa e si assegna il sistema di coordinate del frame di dati. In assenza di coordinate, nel caso di immagini aeree, ci si deve affidare al riconoscimento di punti noti (elementi fissi, spigoli di edifici). Il numero di punti necessari da prendere dipende dalla complessità della trasformazione che si vorrà utilizzare. È da considerare il fatto che un maggior numero di punti non produrrà una migliore georeferenziazione del

dato; è, dunque, consigliato distribuire i punti sull'intera superficie raster, piuttosto che concentrarli unicamente in una singola area evitando, così, deformazioni localizzate sui lati esterni dell'immagine. In linea generale, maggiore è la sovrapposizione tra il set di dati raster e i dati di destinazione, migliori saranno i risultati dell'allineamento, poiché si avranno punti maggiormente distanziati con i quali georeferenziare il set di dati raster. Arcmap prevede l'utilizzo di una serie di algoritmi di trasformazione in base al numero di punti localizzati sul raster: *1° Order Polynomial*, *2° Order Polynomial*, *3° Order Polynomial*, *Adjust*, *Projective Transformation*, *Spline*. Con un minimo di tre punti, l'algoritmo di *1° Order Polynomial* può collocare esattamente ogni punto preso sul raster nella posizione di destinazione. Più di tre punti possono creare errori che si andranno a distribuire sull'immagine da georeferenziare, ma aumenteranno l'accuratezza complessiva della trasformazione. In rari casi si rendono necessarie trasformazioni superiore al *3° Order Polynomial*. Le trasformazioni *Adjust*, *Projective Transformation* e *Spline* richiedono maggiori punti di controllo e impiegheranno, così, tempi di elaborazione più lunghi. Nel caso specifico della georeferenziazione delle immagini oblique di Bing Maps, per Ostia, è stato necessario identificare molteplici punti di controllo e, in rarissimi casi, sottoporre l'immagine a dop-

pia georeferenziazione. È stato indispensabile l'uso dello *Spline* che ha ottimizzato l'accuratezza locale dell'immagine, trasformando i punti di controllo dell'immagine da georeferenziare e riproiettandoli, con estrema precisione, nel punto di controllo individuato sul raster di appoggio. Le altre trasformazioni presentavano errori di deformazioni e spostamento spaziali dei punti di aggancio (Fig. 2). La medesima tecnica di georeferenziazione, ma di immagini satellitari, è stata applicata per la realizzazione della cartografia archeologica finalizzata della città romana di Telesia, nel comune di San Salvatore Telesino, in provincia di Benevento (Mastroianni 2019).

LA VETTORIALIZZAZIONE DELLE TRACCE ARCHEOLOGICHE: REGIONES III, IV, V E RE DI PORTUS

Il maggior lavoro di indagine con tecnologia non invasiva portato avanti sulla città di Ostia è stato condotto da Michael Heinzlmann. Tra il 1996 e il 2001, il suo team occupò dello studio delle aree ancora non scavate con l'ausilio di circa 30 foto aeree realizzate tra il 1911 e il 1998, della magnetometria e della geofisica. Le campagne di scavo condotte tra il 1998 e il 1999 hanno messo in luce quanto già si era reso visibile grazie alla fotografia aerea: una grande basilica paleocristiana installata su un grande edificio di età flavia e diverse strade all'interno e all'esterno della stessa *Regio V*, in uso fino al VII secolo d.C. A sud delle Terme del Nuotatore, fu individuata una *domus* di età flavia, quasi quadrata, di circa 60 x 60 m, accessibile da nord, priva di atrio e costituita da un grande peristilio quadrato circondato da diversi vani. L'edificio restò in uso ininterrottamente e con diverse fasi di decorazione fino al IV secolo d.C. Successivamente, nel V e nel VI secolo d.C., subì pesanti distruzioni in seguito alle quali, analogamente alla zona della basilica, sulle sue rovine furono impiantati edifici rustici (Heinzlmann, Martin 2002). Le immagini di Bing Maps individuarono un edificio rettangolare suddiviso

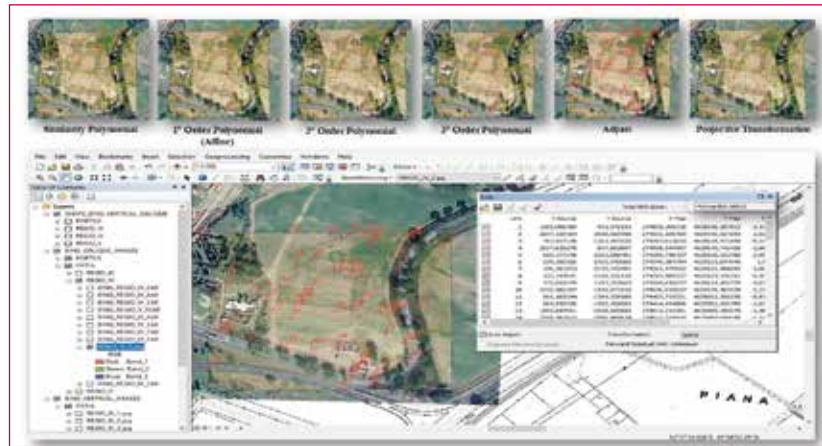


Fig. 2. Comparazione delle diverse trasformazioni di ArcMap, applicate al fotogramma da georeferenziare. L'accuratezza globale applicata grazie allo Spline, con 62 punti di controllo, è di 0,48913 m.

in vani e orientato NE-SO di fronte gli *Horrea di Hortensio* e alcuni ambienti minori dislocati lungo diverse strade interne alla *Regio V* (Fig. 3); nell'angolo sud ovest, all'ingresso di Porta Laurentina, nei pressi di un caseggiato con botteghe, furono localizzati tracce di ambienti pertinenti probabilmente allo stesso edificio (Mastroianni 2016). Nella *Regio IV*, una grande villa suburbana, fu individuata da Heinzlmann, immediatamente fuori dalle mura urbane. La villa era caratterizzata da ampio spazio residenziale, un peristilio quasi quadrato e uno stadio-giardino lungo 150 m circa, con direzione SE-NO. Gli scavi hanno datato la villa al 60-80 d.C.; l'edificio subì un ampliamento in età traiano-adrianea e a partire dalla fine del III secolo d.C., fu abbandonato. Nella prima metà del IV secolo d.C., nella sola area pertinente al peristilio, la villa fu rioccupata con la costruzione di modesti edifici a carattere rustico. Questi furono completamente distrutti verso la fine del IV e l'inizio del V secolo d.C. Secondo Heinzlmann, la vil-

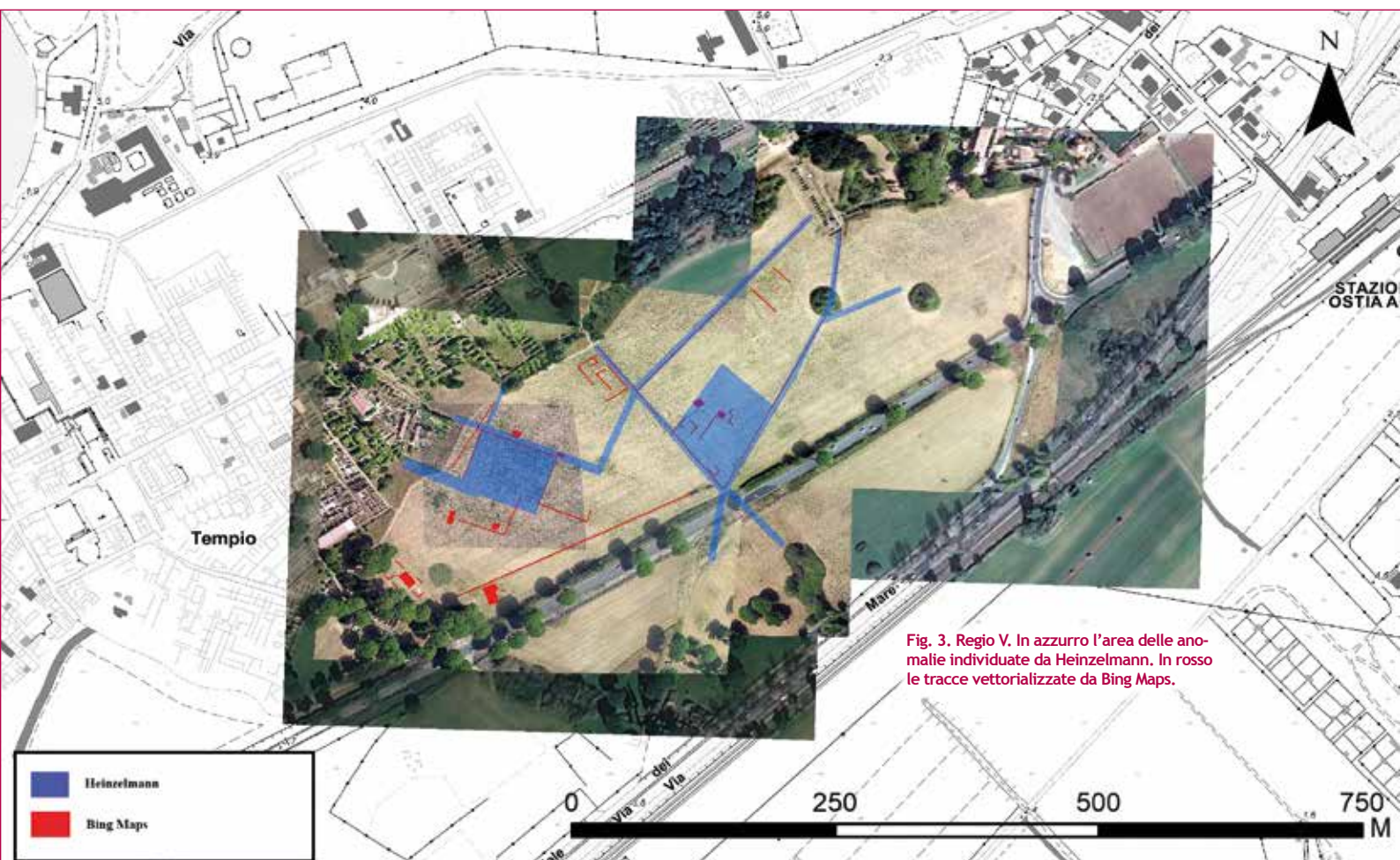


Fig. 3. *Regio V*. In azzurro l'area delle anomalie individuate da Heinzlmann. In rosso le tracce vettorializzate da Bing Maps.



Fig. 4. Regio IV. Fotoradrizzamento e unione delle immagini oblique di Bing Maps, con in evidenza la maestosa villa suburbana e diversi ambienti limitrofi.

la potrebbe essere pertinente ad un edificio isolato, con vista sul mare, al di fuori delle mura urbane. Nel corso del II sec. d.C. la villa sarebbe stata circondata su tutti i lati dall'edificazione urbana, perdendo la sua funzione di villa suburbana. Questa, di recente, è stata identificata quale sede di un *praetorium publicum* (David M. De Togni S. 2018). In seguito furono poi costruiti l'edificio della

sinagoga e la Via Severiana. Le immagini oblique di Bing Maps mostrano chiaramente la villa (Fig. 4) e la situazione topografica della Regio IV con la villa stessa, diversi edifici nel settore centrale e nell'area orientale a contatto con la Regio V (Fig. 5). Per quanto concerne la *Regio III*, grazie al lavoro di Heinzelmann, importantissima è stata la scoperta del bacino fluviale, compreso tra il Palazzo Imperiale e,

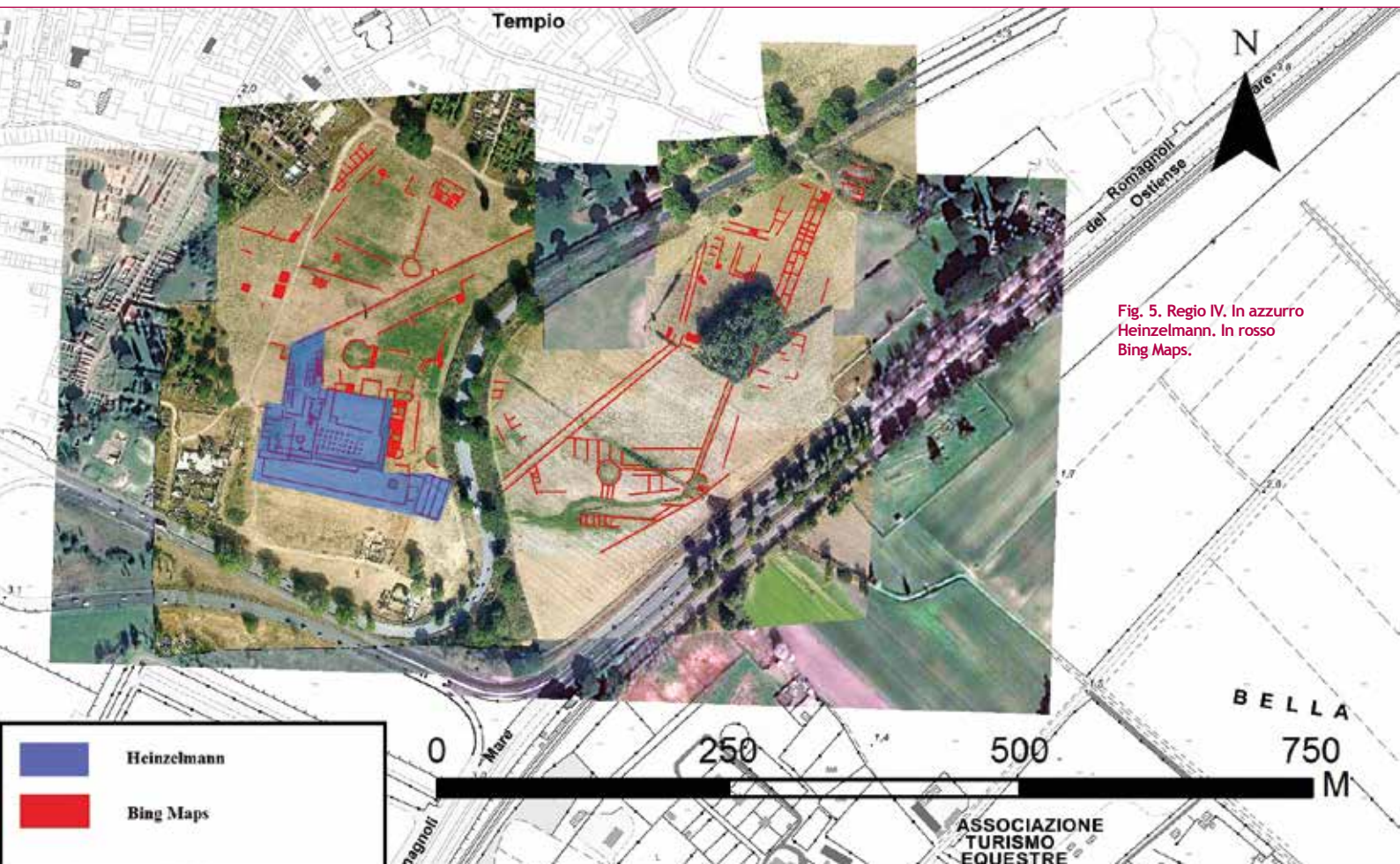
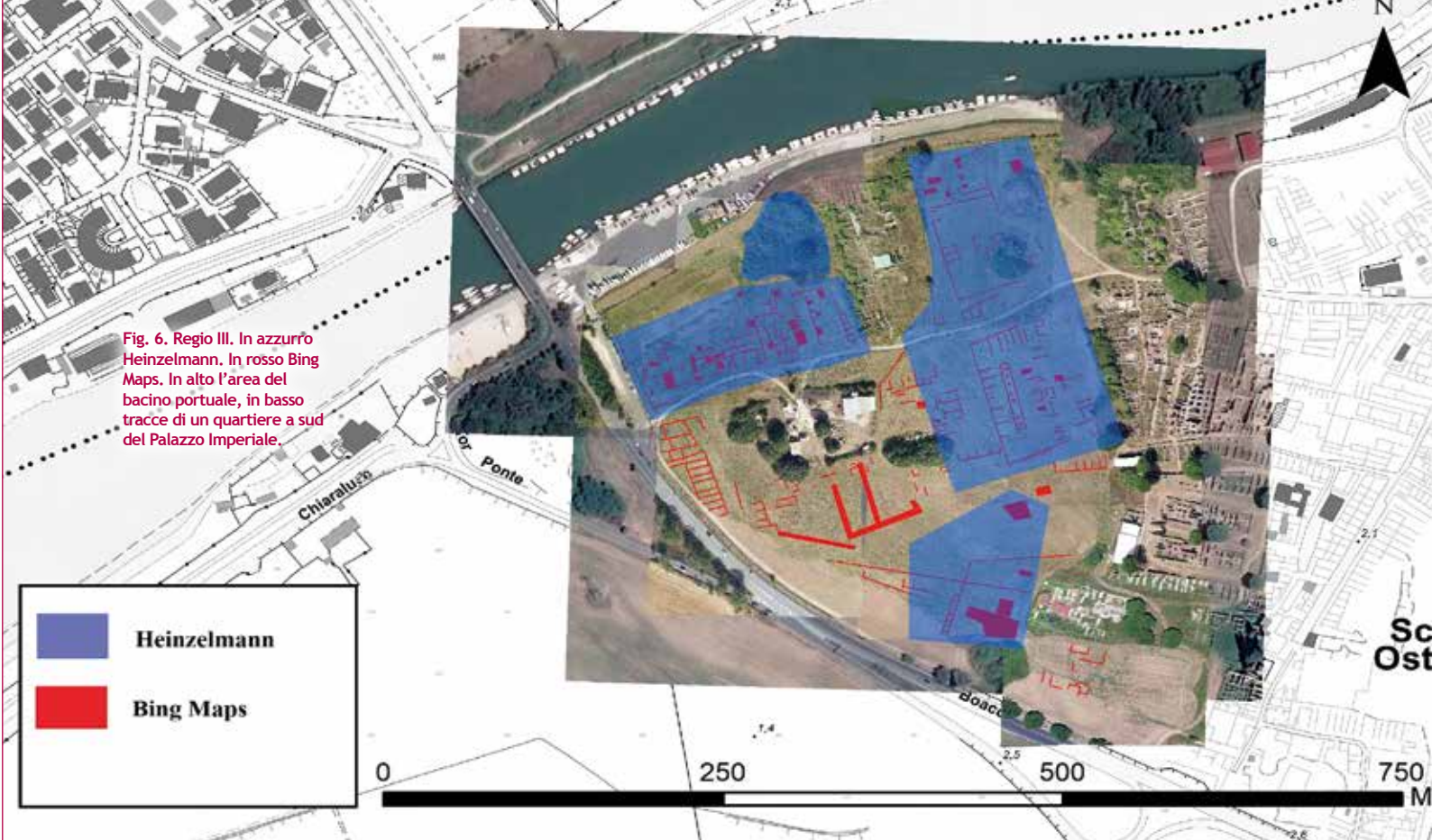


Fig. 5. Regio IV. In azzurro Heinzelmann. In rosso Bing Maps.

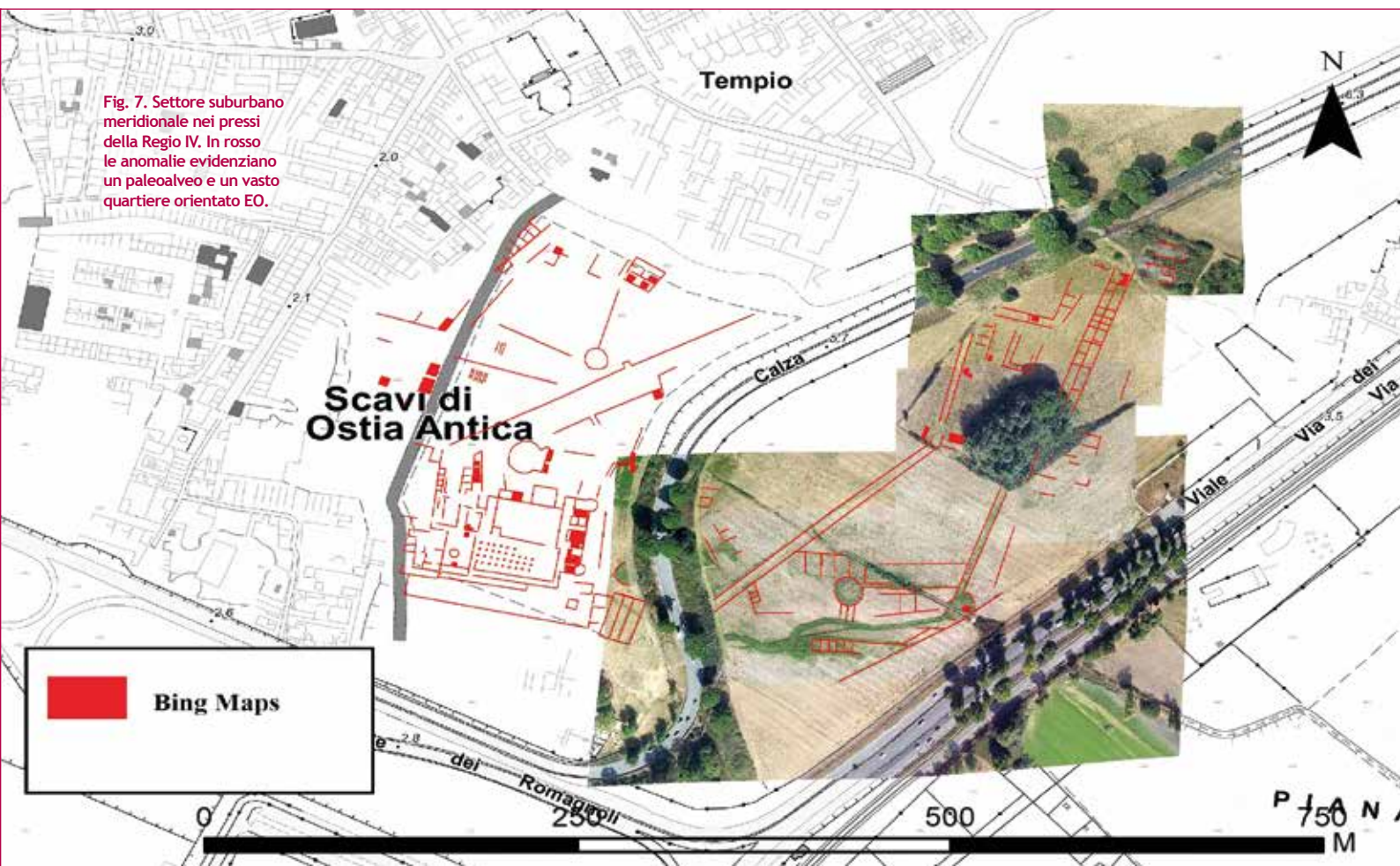
Heinzelmann
 Bing Maps

ASSOCIAZIONE
TURISMO
EQUESTRE



probabilmente, i resti di un faro. Il bacino, largo circa 150 m e profondo tra gli 80 e i 100 m, era dotato di *navalia* databili in età imperiale e di un tempio dedicato ai Dioscuri. L'impianto era ubicato in una posizione strategicamente dominante sul bacino portuale e orientato verso la foce del Tevere e, di conseguenza, a tutte le navi in entrata e di passaggio (De Sena, Granino Cerere, Heinzelmann, Martin

2002; Pavolini 2006). L'area è apparsa, infatti, organizzata in isolati e strettamente connessa, con la presenza di *domus*, e quartieri e ambienti, molto probabilmente, legati ad attività di commercio fluviale lungo il Tevere (Fig. 6). Un'area, oggi non completamente ancora indagata, si colloca nell'area posta ad ovest della Regio IV. Nel settore meridionale dell'area è stato possibile individuare un edi-



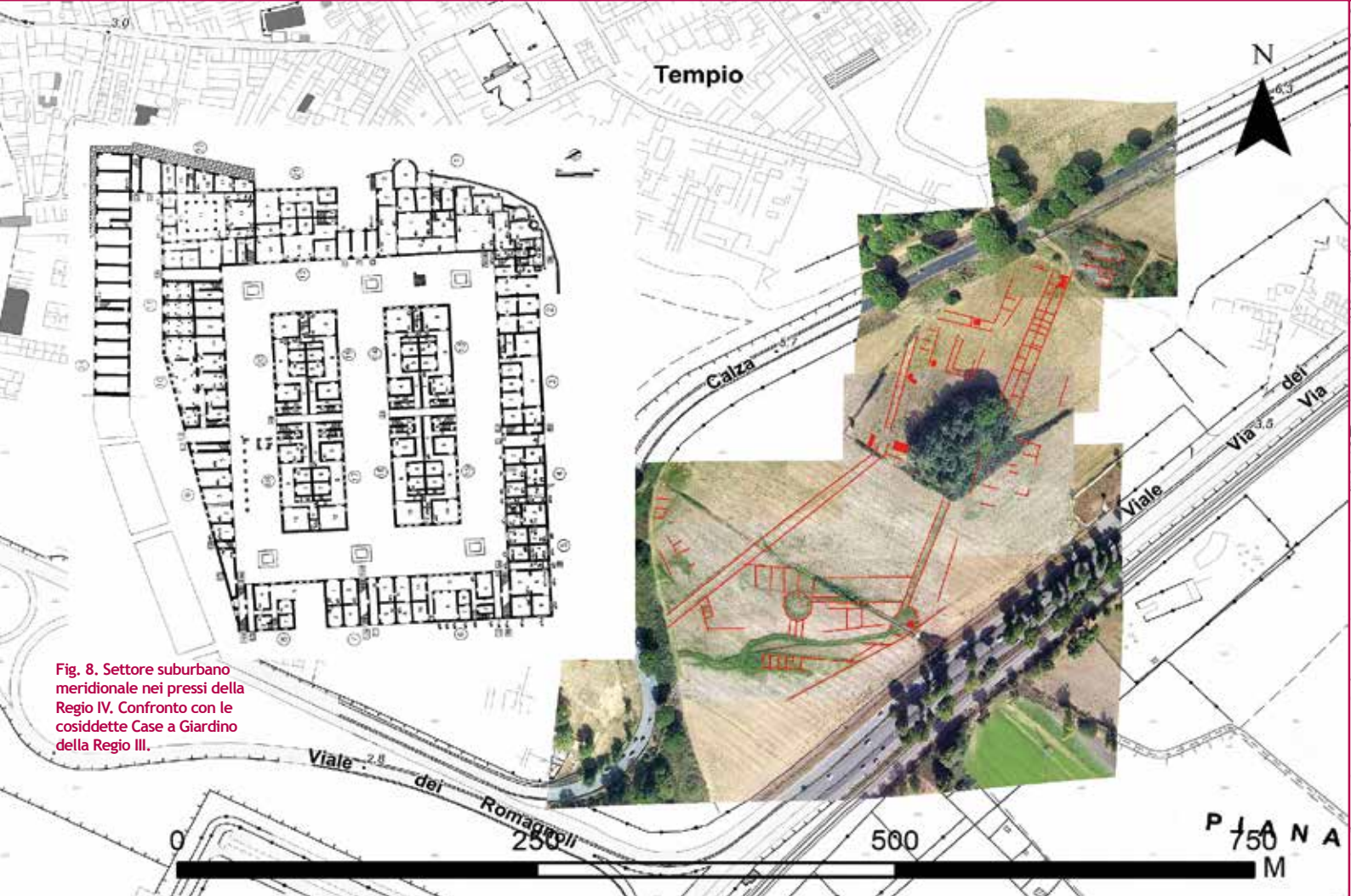


Fig. 8. Settore suburbano meridionale nei pressi della Regio IV. Confronto con le cosiddette Case a Giardino della Regio III.

ficio, con orientamento EO, caratterizzato da ambienti di uguali dimensioni e posto nei pressi di quello che appare oggi come un canale interrato, evidenziato dalla traccia curvilinea di colore verde scuro. Nel settore a N, sono stati riscontrati diversi edifici disposti a formare un unico gran-

de quartiere. Questo, suddiviso in lotti di ugual misura e dimensioni, ricorda le cosiddette Case a Giardino della Regio III, lussuosi complessi residenziali, databili al II secolo d.C. (Cervi 1998) (Figg. 7, 8).

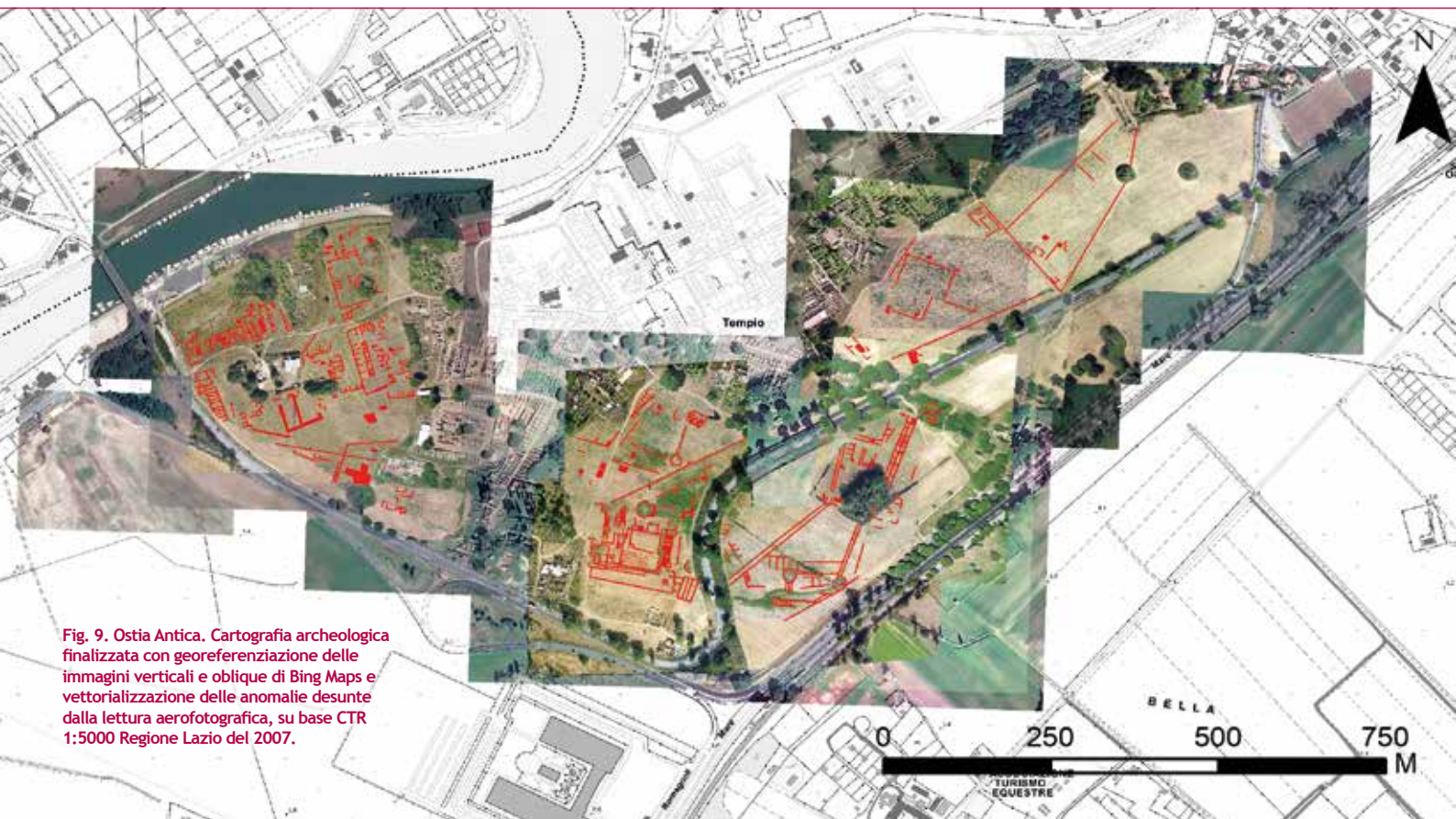


Fig. 9. Ostia Antica. Cartografia archeologica finalizzata con georeferenziazione delle immagini verticali e oblique di Bing Maps e vettorializzazione delle anomalie desunte dalla lettura aerofotografica, su base CTR 1:5000 Regione Lazio del 2007.

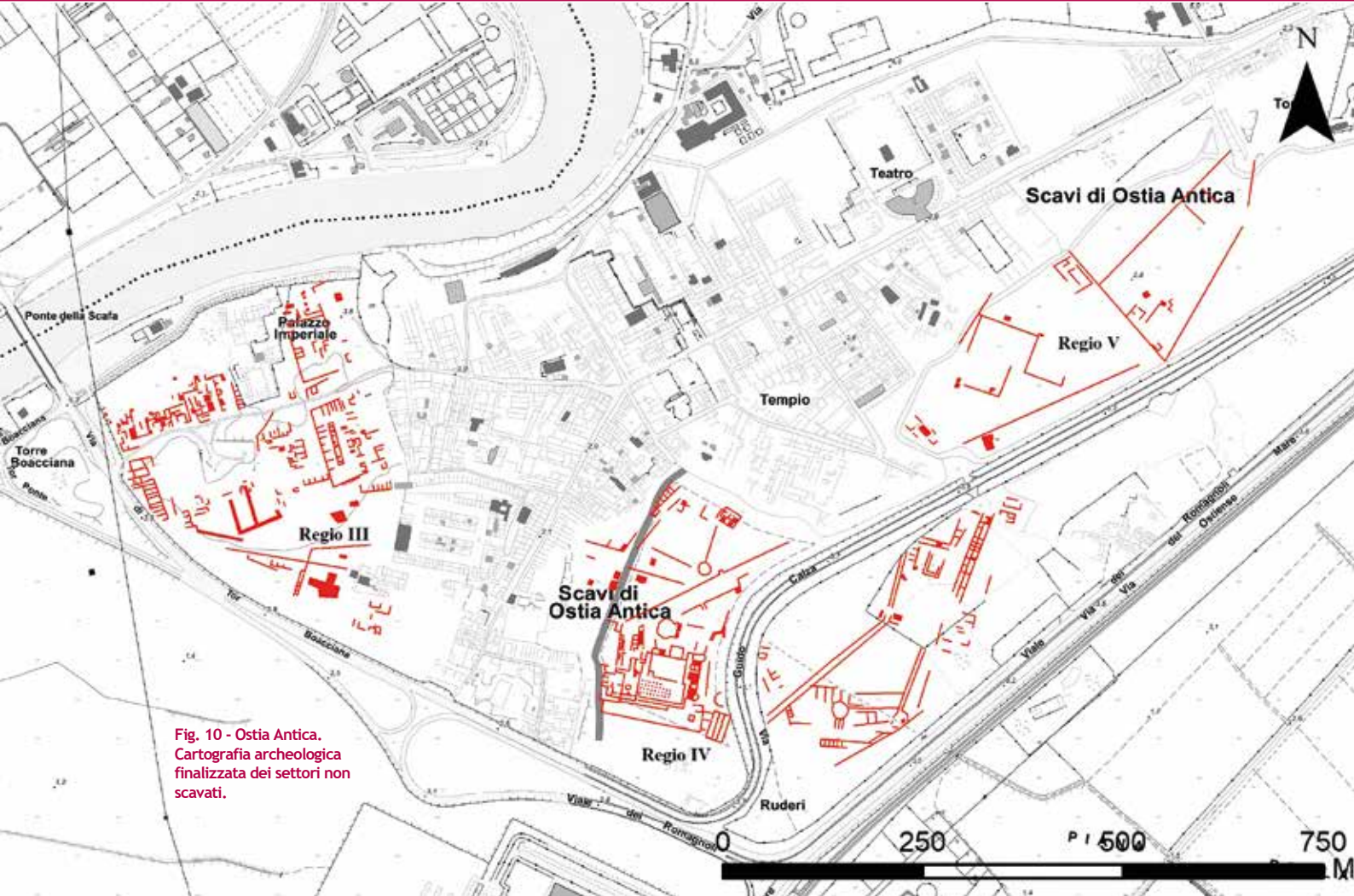


Fig. 10 - Ostia Antica. Cartografia archeologica finalizzata dei settori non scavati.

CONCLUSIONI

Grazie alla georeferenziazione accurata, attraverso l'utilizzo dell'algoritmo Spline di ArcMap, è stato possibile realizzare, a circa 4 anni dalla pubblicazione delle fotografie aeree di Bing Maps, la cartografia archeologica finalizzata dei quartieri non ancora scavati di Ostia. L'algoritmo ha permesso una corretta georeferenziazione delle immagini oblique, rendendo misurabili le evidenze sepolte nei settori non scavati della città all'interno di una cartografia col-

locata, con precisione, nello spazio, in scala 1:5000 (Figg. 9, 10). I dati presentati in questa sede vogliono fornire non solo un quadro ampliato delle conoscenze pertinenti all'occupazione topografica della città e dell'area suburbana, quindi privi di una adeguata cronologia e che aspettano unicamente di essere indagati con scavi stratigrafici, ma un contributo importante e fondamentale per gli studiosi che si occupano della di Ostia Antica.

BIBLIOGRAFIA

- Cervi R. (1998) *Evoluzione architettonica delle cosiddette Case a Giardino ad Ostia*, in Quilici L., Quilici Gigli S., *Città e monumenti nell'Italia antica*, Atlante Tematico di Topografia antica, 7, Roma, 141-156.
- David M., De Togni S., *Un praetorium publicum per Ostia*, in *Forum Romanum Belgicum*, 2018, 15.11, 1-5.
- De Sena E., Granino Cerere M. G., Heinzelmann M & Martin A. (2002) *The urbanistic project on the previously unexcavated areas of Ostia (DAI-AAR 1996-2001): final preliminary excavation report*, in *MAAR*, 47, 253-304.
- Heinzelmann M, Martin A. (2002) *River port, navalia and a harbour temple at Ostia. New results of a joint DAI-AAR project*, in *JRA*, 15, 5-29.
- Mastroianni D. (2014) *Bing Maps, aerofotointerpretazione archeologica online. La visione panoramica "Made in Microsoft"*, in *Archeomatica*, 4, 2014, 10-14.
- Mastroianni D. (2016) *Il contributo di Bing Maps per lo studio della città di Ostia Antica*, in *Archeomatica*, 3, 2016, 10-14.
- Mastroianni D. (2019) *L'aerofotointerpretazione archeologica per una nuova ipotesi ricostruttiva della città romana di Telesia (Benevento, Campania)*, in *Archeologia e Calcolatori*, 30, 2019, 273-288.
- Pavolini C. (2006) *Ostia*, Bari 2006.

ABSTRACT

Thanks to ESRI's ArcMap Spline transformation it was possible to georeference many oblique images of Bing Maps of Ostia Antica. So, it was possible to create an archaeological cartography of the undeveloped areas of the city.

PAROLE CHIAVE

BING MAPS; OSTIA ANTICA; CARTOGRAFIA FINALIZZATA; GEOREFERENZIAZIONE; SPLINE

AUTORE

DAVIDE MASTROIANNI
 DAVIDEMASTROIANNI@YAHOO.IT
 (CIRICE) CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA SULL'ICONOGRAFIA DELLA CITTÀ EUROPEA, NAPOLI
 BIBLIOTHECA HERTZIANA, MAX PLANCK-INSTITUT FÜR KUNSTGESCHICHTE, ROMA.