

# RESULTATS DEL PROJECTE DE PROSPECCIONS ELECTROMAGNÈTIQUES A LA CIUTAT ROMANA D'EMPÚRIES (L'ESCALA, ALT EMPORDÀ)

Empúries, ciutat romana, urbanisme, prospecció geofísica, resistivitat, magnetometria.

**Xavier Aquilué\*, Pere Castanyer\*, David Jordan\*\*, Marta Santos\*, Joaquim Tremeleda\***

*En este trabajo se describen los resultados obtenidos en el proyecto de prospecciones de resistividad eléctrica y magnetométrica realizado en el año 1995 en la ciudad romana de Emporiae (Empúries). La ciudad romana de Emporiae, construida a principios del siglo I aC, tenía una extensión aproximada de 22'5 hectáreas, de las cuales las excavaciones efectuadas hasta hoy en día han descubierto únicamente un 10% de su superficie. El proyecto pretendía obtener datos sobre algunos sectores no excavados de la ciudad con el objetivo de resolver diversas cuestiones planteadas sobre su urbanismo y a la vez prospectar diferentes áreas del yacimiento con anterioridad a los futuros proyectos de excavación arqueológica.*  
Empúries, ciudad romana, urbanismo, prospección geofísica, resistividad, magnetometría.

*This article describes the results obtained from the electrical and magnometric resistivity tests carried out in 1995 on the Roman city of Emporiae (Empúries). The Roman city of Emporiae was built at the beginning of the 1st century BC and covered approximately 22.5 hectares, of which the excavations undertaken to date have only uncovered 10% of its area. The objective of the project was to obtain data on some of the unexcavated areas of the city, in order to provide the answers to certain questions that had arisen over its urban planning and, at the same time, to survey different parts of the site with a view to future archaeological excavations.*  
Empúries, Roman city, urban planning, geophysical survey, resistivity, magnetometry.

261

*Dans cet article sont décrits les résultats obtenus dans le projet de prospections de la résistivité électrique et magnétométrique réalisé, en 1995, dans la ville romaine de Emporiae (Empuries). La ville romaine de, construite au début du Ier siècle avant J.C., avait une extension d'environ 22,5 hectares. Les fouilles effectuées jusqu'à ce jour n'ont découvert que 10% de sa superficie. Le projet prétendait obtenir des informations sur quelques secteurs de la ville non fouillés dans le but de résoudre quelques questions posées sur son urbanisme et prospecter, en même temps, les différentes aires du gisement, antérieurement, aux projets de fouilles archéologiques futurs.*  
Empúries, ville romaine, urbanisme, prospection géophysique, résistivité, magnétométrie.

## INTRODUCCIÓ

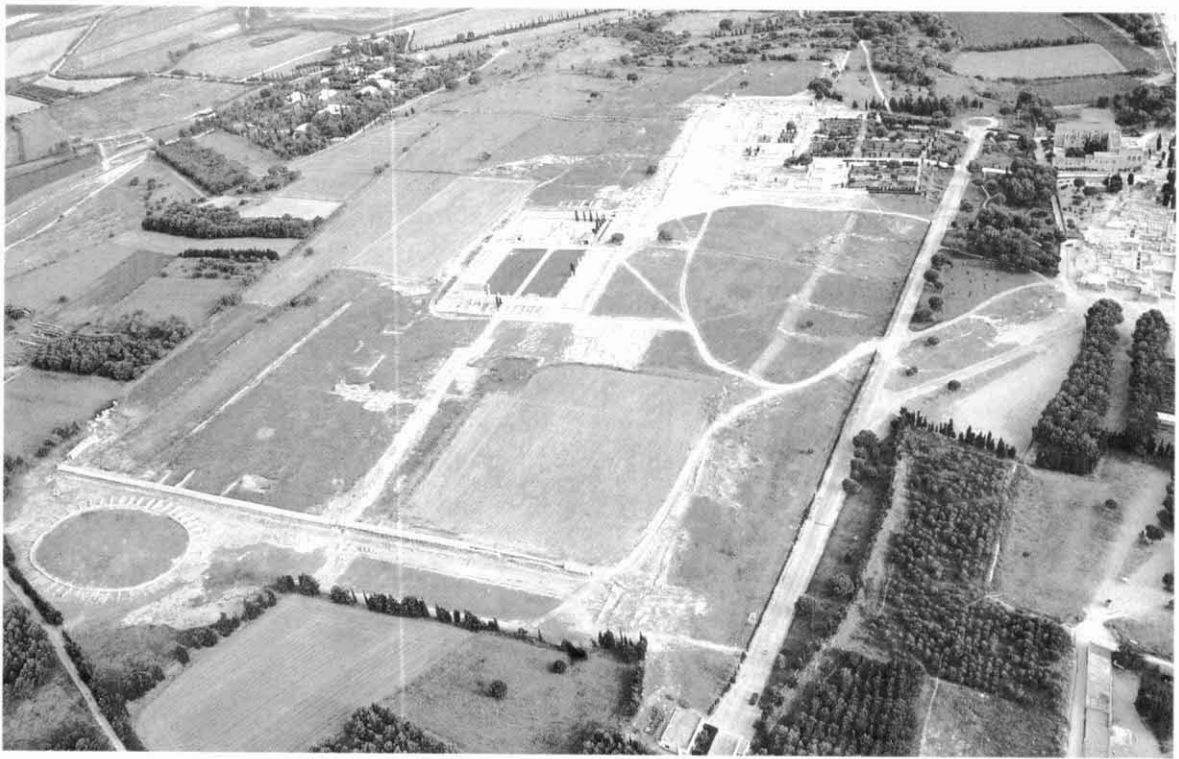
La ciutat romana d'Empúries es va construir a inici del segle I aC a la part més enlairada del turó d'Empúries, damunt les estructures del *praesidium* o campament militar permanent instal·lat per Roma després de la sublevació indígena de l'any 197 aC i la seva corresponent repressió portada a terme per M. Porci Cató (*Fòrum* 1984, 47; Aquilué *et alii* 1999, 69-72). Des d'aquest sector, es controlaven perfectament els dos assentaments urbans que configuraven la ciutat grega d'*Emporion* (la *Palaiapolis* i la Neàpolis), fundada al segon quart del segle VI aC (AAVV 1998), el port emporità i el rerapais de la plana. El coneixement d'aquesta ciutat de nova planta, amb una superfície de 22,50 hectàrees (300

x 750 metres), ha anat evolucionant al llarg del temps, tot i que, contràriament al sector de la Neàpolis, no s'ha excavat en tota la seva extensió (Fig. 1-2).

El primer plànol publicat de la topografia emporitana situava la ciutat ibèrica d'*Indika* (Fig. 3), la capital dels *indiketes* esmentada per les fonts clàssiques, a la part ocupada posteriorment per la ciutat romana (Jaubert de Passa 1823), seguint una tradició iniciada ja per Jeroni de Pujades (1609). Al segle XIX únicament eren visibles algunes restes de les muralles que tancaven la ciutat i aviat es començaren a efectuar excavacions no oficials que van posar al descobert troballes tan importants com el mosaic d'Ifigènia l'any 1848, el cap de bronze de l'anomenada "Dama flàvia" l'any 1892, procedents segurament de grans *domus* de la ciutat, o fragments d'ins-

\* Museu d'Arqueologia de Catalunya – Empúries

\*\* Terra Nova Ltd



**Figura 1.** Vista aèria de l'entorn emporità, amb l'altiplà del turó ocupat per la ciutat romana.



**Figura 2.** Fotografia aèria de la ciutat romana, localitzada a la part alta del turó d'Empúries, amb la muralla sud en primer terme, la zona del fòrum al centre i sobre el límit oriental les cases romanes excavades.

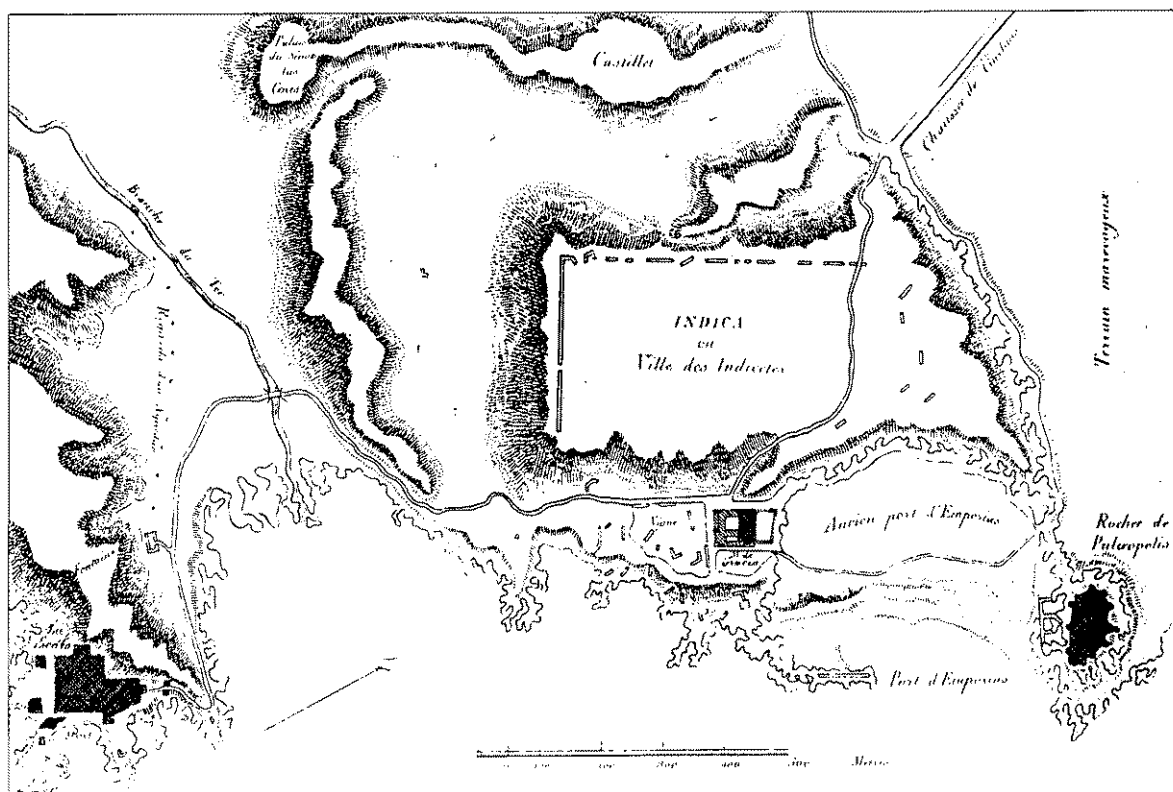
cripcions i d'estatuària extrets a les excavacions efectuades a la zona del fòrum l'any 1900 (Oliva 1974). Precisament les primeres excavacions oficials d'Empúries de l'any 1908, impulsades per Enric Prat de la Riba i Josep Puig i Cadafalch, s'inicien per la muralla

meridional de la ciutat romana amb la descoberta de la porta d'accés i part del *cardo maximus* (Fig. 4), però ben aviat les espectaculars troballes efectuades al sector de la Neàpolis de la ciutat grega van monopolitzar els treballs de recerca arqueològica cap aquesta zona del conjunt emporità (Sanmartí/Ripoll 1981, Mar/Ruiz de Arbulo 1993, 58-86). Citarem, únicament, alguns treballs efectuats per E. Gandía al sector de la casa romana núm. 1 o casa Villanueva i al sector de l'anomenada "muralla transversal" a partir de l'any 1923 (Mar/Ruiz de Arbulo 1993), continuant així les excavacions no oficials efectuades a inici de segle pels antics propietaris dels terrenys on s'ubicaven aquestes estructures (Santos 1991, 22). En la bibliografia d'aquest període de la història de la recuperació d'Empúries, entre 1908 i 1936, la "ciutat ibero-romana" apareix situada sempre al solar ocupat per la ciutat romana (Puig i Cadafalch 1908, 175-184). No va ser fins després de la Guerra Civil espanyola que Martín Almagro, nomenat director del conjunt monumental d'Empúries, va iniciar tota una sèrie d'excavacions sistemàtiques que van posar al descobert la muralla meridional de la ciutat romana, l'amfiteatre i la palestra o gimnàs (a extramurs de la ciutat), tota la superfície de les cases romanes núm. 1, 2a i 2b, l'anomenada *insula* núm. 3 i el fòrum. En les successives publicacions efectuades per Almagro d'ençà l'any 1943, quan edita la seva primera guia sobre Empúries (Almagro 1943), es pot apreciar com a poc a poc s'incorporaven a la planta de la ciutat

romana les restes de les diferents edificacions que s'anaven descobrint. Així, a la guia de l'any 1951 ja hi apareixen la casa romana núm. 1, la muralla transversal, l'emplaçament del mosaic d'Ifigènia, les restes de l'*insula* 3, l'amfiteatre, la palestra, la muralla i els llavors anomenat "*decumanus maximus*" (Almagro 1951).

D'especial interès és la publicació l'any 1955 del treball de Nino Lamboglia sobre Empúries, en el qual escriu les seves hipòtesis sobre la ciutat romana. Segons Lamboglia, la ciutat romana estava dividida en dos sectors per la muralla transversal. El sector sud (amb l'ocupació més antiga) tenia el seu origen en la ciutat indi-

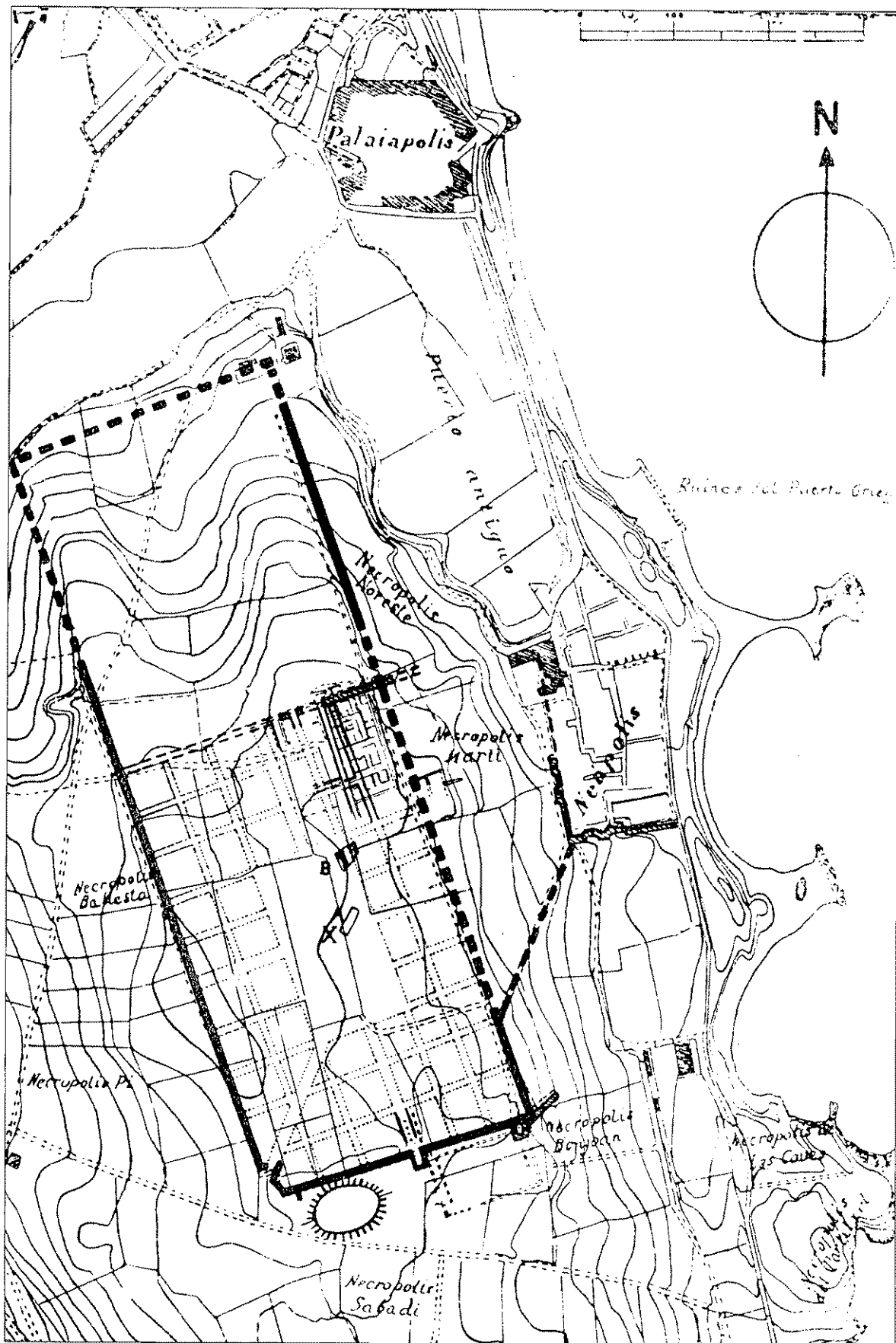
**Figura 3.** Planimetria d'Empúries publicada per Jaubert de Passà l'any 1823, on s'ubiquen per primera vegada els diversos nuclis que formen el conjunt emporità: la Palaiàpolis a l'actual Sant Martí d'Empúries, el port antic, la Neàpolis i, a la part alta del turó, la ciutat romana, identificada com la ciutat indígena.



263

**Figura 4.** Detall, amb la part corresponent a la ciutat romana, del plànol topogràfic d'Empúries realitzat per l'arquitecte G. Busquets i Vautravers i publicat per J. Puig i Cadafalch, el 1908, amb les restes visibles en aquell moment.





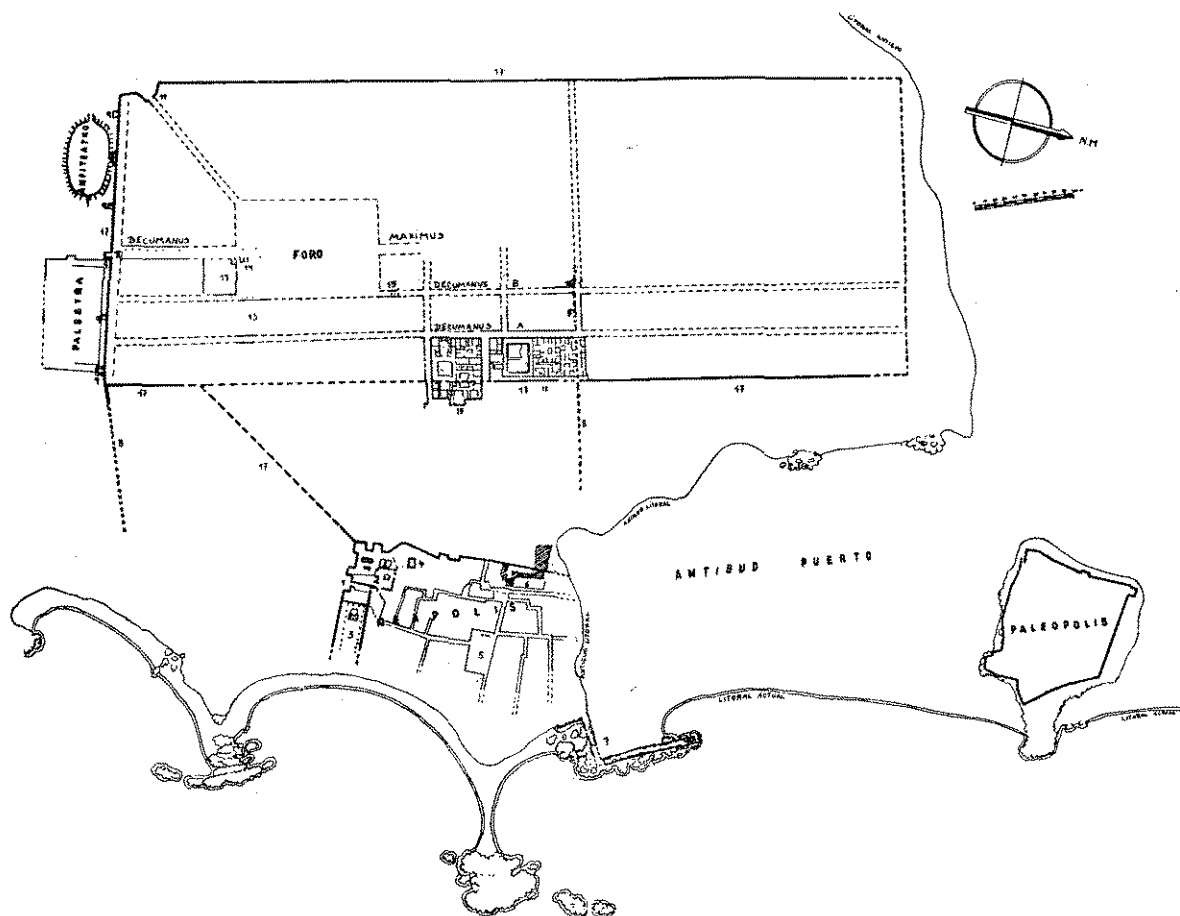
**Figura 5.** Planta general de la zona emporitana publicada per N. Lamboglia l'any 1955 amb la proposta de situació del fòrum i de la trama urbana de la ciutat romana.

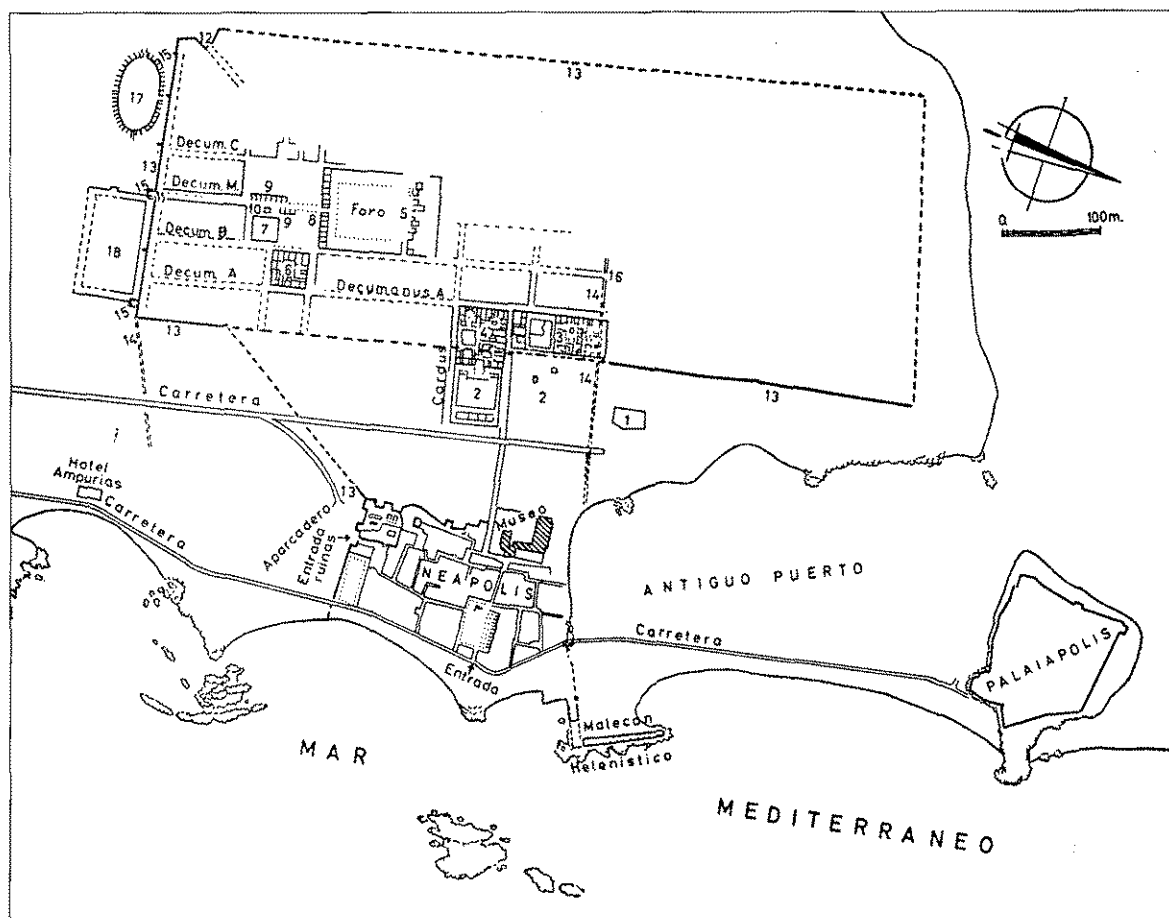
gena dels indiketes, datada vers la fi del segle III o l'inici del segle II aC, damunt la qual es va crear en època dels Gracs i Sila una ciutat romano-republicana que, finalment, acollí la *deductio* cesariana de l'any 45 aC. El sector nord correspondria a una ampliació de la ciutat provocada per l'esmentat assentament de veterans de les guerres cesarianes (Fig. 5). També proposa, per primer cop, la retícula urbana de la ciutat amb un total de 60 *insulae* quadrades, de 45 m de costat, separades per 5 *decumani* i 9 *cardines*, i ubica el fòrum en el seu lloc precís amb una superfície de 8 *insulae* (Lamboglia 1955). No obstant, les hipòtesis de Lamboglia no van ser acceptades per Almagro ni esmentades, curiosament, a l'article que signen ambdós al número 21 de la revista *Ampurias* sobre el "Decumanus A" (Almagro/Lamboglia 1959). En aquest article, es tornen a recuperar les hipòtesis d'Almagro que situaven la ciutat dels *indiketes* al llarg del segle III aC en aquest sector de la ciutat romana. Damunt d'aquest nucli, destruït per Cató a inici del segle II aC, Cèsar instal·là una colònia de veterans l'any 45 aC, fet que va comportar la construcció d'una ciutat *ex novo* a la qual corresponen

les restes excavades. L'any 1962 Almagro publica una nova planta de la ciutat romana on situa les cases romanes 1 i 2, els edificis fora muralla i, de forma imprecisa, el fòrum que encara no s'havia excavat (Fig. 6). També defineix de forma irregular algunes de les *insulae* de la ciutat, sense entrar en temes d'urbanisme (Almagro 1962). Finalment, l'any 1968 Almagro publica la darrera planta de la ciutat romana amb els resultats de les seves investigacions, i ja hi ubica correctament el fòrum, l'*insula* núm. 3, les cases romanes 1 i 2 i altres restes conegudes de la ciutat romana (Fig. 7). Proposa també una retícula d'*insulae* totalment irregular (fins a quatre dimensions diferents) en base a la projecció de les restes conservades d'alguns *decumani* i *cardines* (Almagro 1968).

A partir de final dels anys 60, els treballs d'excavació a la ciutat romana es van centrar a la zona del fòrum, amb petites intervencions efectuades als estius en el marc dels Cursos d'Arqueologia d'Empúries (Fig. 8), fet que no va comportar cap canvi substancial en el coneixement de la planta urbana de la ciutat (Ripoll 1979). No obstant això, arran de l'estudi de les ceràmiques de ver-

**Figura 6.** Planta general d'Empúries, publicada per M. Almagro l'any 1962, amb la ciutat romana i la situació de les *domus* romanes, la xarxa viària i la proposta d'ubicació del fòrum.





**Figura 7.** Nova proposta de la planta emporitana publicada per Almagro l'any 1968, on ja s'emplacen correctament les restes arqueològiques que corresponen al fòrum de la ciutat romana.

nís negre, E. Sanmartí qüestiona l'emplaçament de la ciutat indígena en aquesta àrea del turó emporità, atès que els materials més antics que s'hi troben no es poden datar més enllà del 200 aC. Sanmartí planteja la hipòtesi que la primera ocupació d'aquest sector correspongui a un campament militar romà d'època de Cató, sobre el qual es construí una ciutat romana de nova planta pels volts de l'any 100 aC que, finalment, l'any 45 aC rebé també la *deductio* cesariana (Sanmartí 1978). També Ripoll, seguint les propostes d'E. Sanmartí, rectifica les seves idees anteriors sobre la ubicació d'Índika i defensa que la primera ocupació del turó emporità es deu a un campament romà deixat pels Escipions que, més endavant, esdevingué una ciutat romana en què estarien inclosos també els índiketes (Ripoll 1978). Les excavacions efectuades al fòrum romà d'Empúries l'any 1982 van permetre demostrar les característiques del centre polític de la ciutat i la seva evolució històrica, reafirmant l'ocupació militar romana del sector (*praesidium*) vers la primera meitat del segle II aC. La construcció d'una ciutat de nova planta a inici del segle I aC feia possible descartar doncs l'existència del nucli

urbà indiketa en aquesta zona (Fòrum 1984). Aquests treballs van permetre determinar també que la retícula fundacional de la ciutat romana es basava en *insulae* rectangulars de 35 per 70 metres, és a dir, exactament d'1 per 2 *actus* romans (Fig. 9). Aquestes apreciacions faciliten la restitució urbana de la ciutat que han seguit a partir de l'any 1984 els diferents estudiosos que s'han ocupat d'aquesta problemàtica (Mar/Ruiz de Arbujo 1993, 216-218; Aquilué *et alii* 1999, 77-79) (Fig. 10). Tot i això, queda per descobrir una gran part de la ciutat romana i molts dels interrogants plantejats al llarg dels darrers anys encara no s'han pogut resoldre (Fig. 11). Per exemple, la manca d'excavacions estratigràfiques al sector nord de la ciutat romana no permet contrastar les diferents hipòtesis i interpretacions formulades en relació a aquesta àrea, segons les quals la muralla transversal reflectiria la separació física entre dues comunitats amb un estatut jurídic diferent (Mar/Ruiz de Arbujo 1993, 243-266) o bé una ampliació posterior de la ciutat, pel sector nord, de dimensions més reduïdes (Guitart 1993, 206). Tampoc no hi ha cap dada segura sobre l'orientació de les estructures ni les dimen-

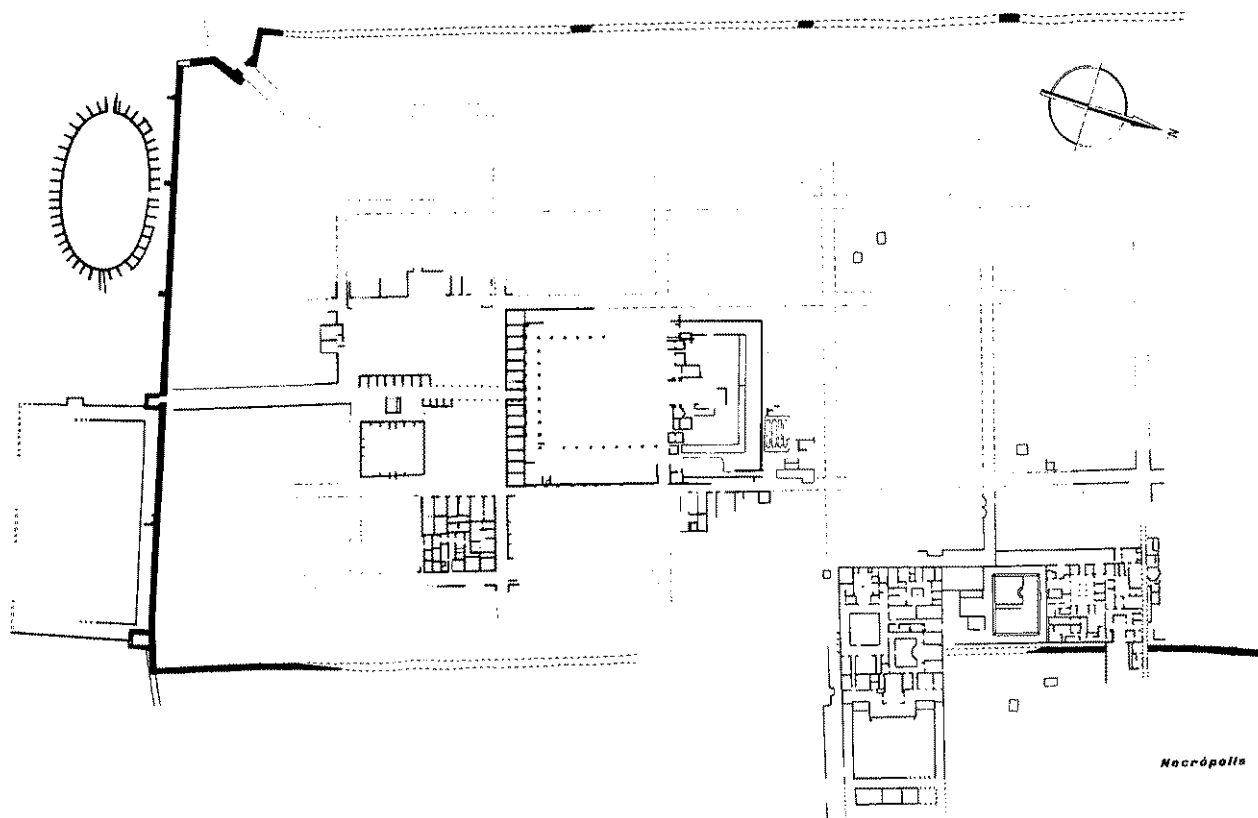


Figura 8. Planta de la ciutat romana publicada per E. Ripoll en la guia d'Empúries editada l'any 1979.

267

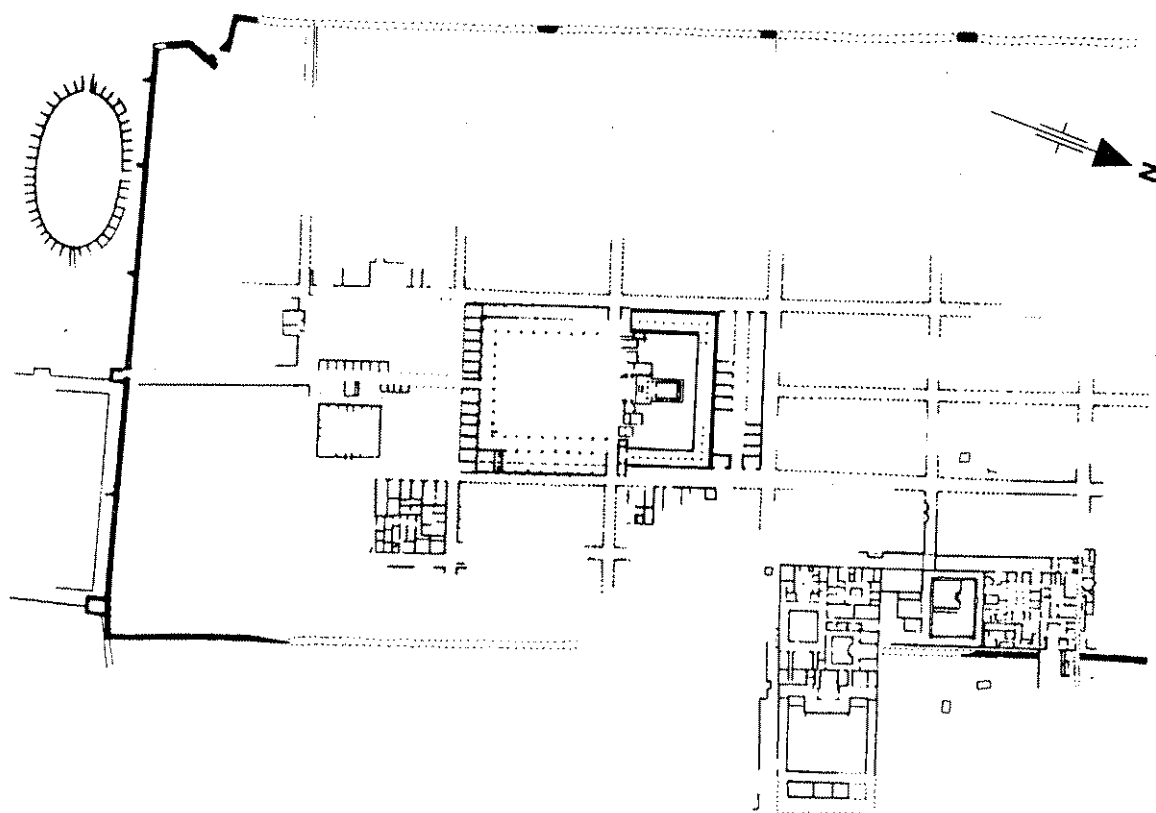
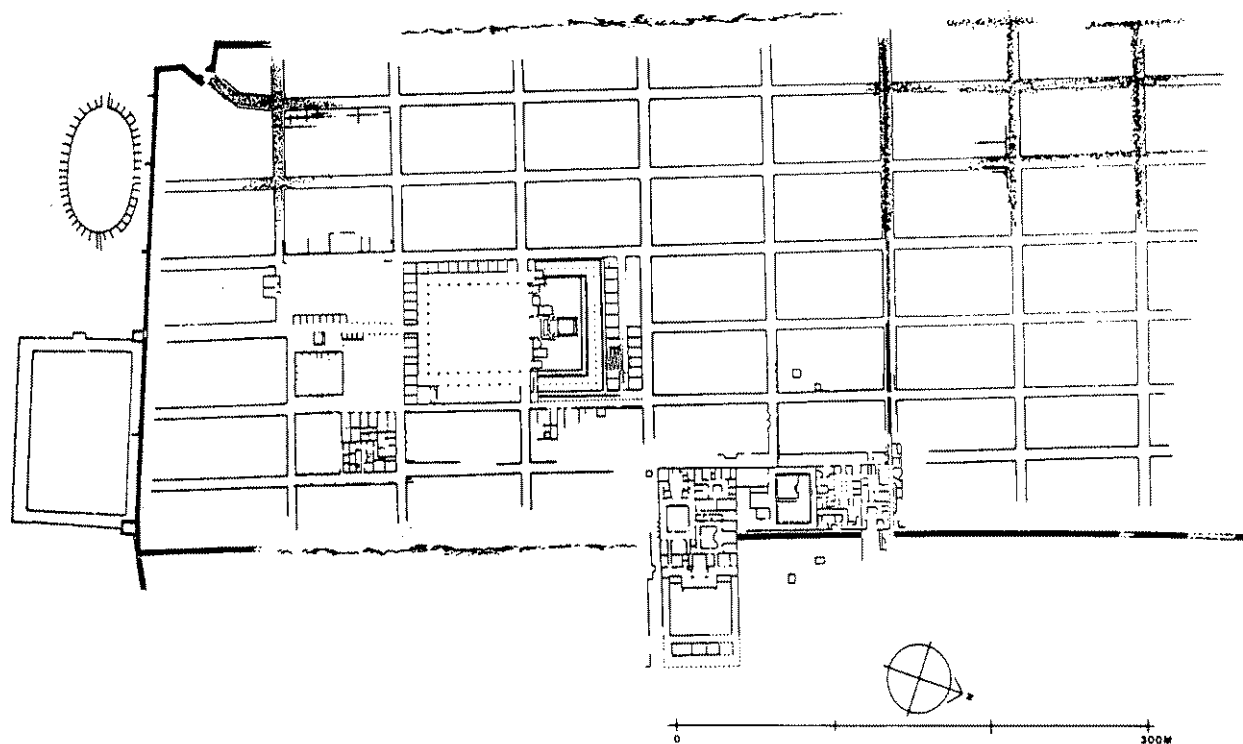
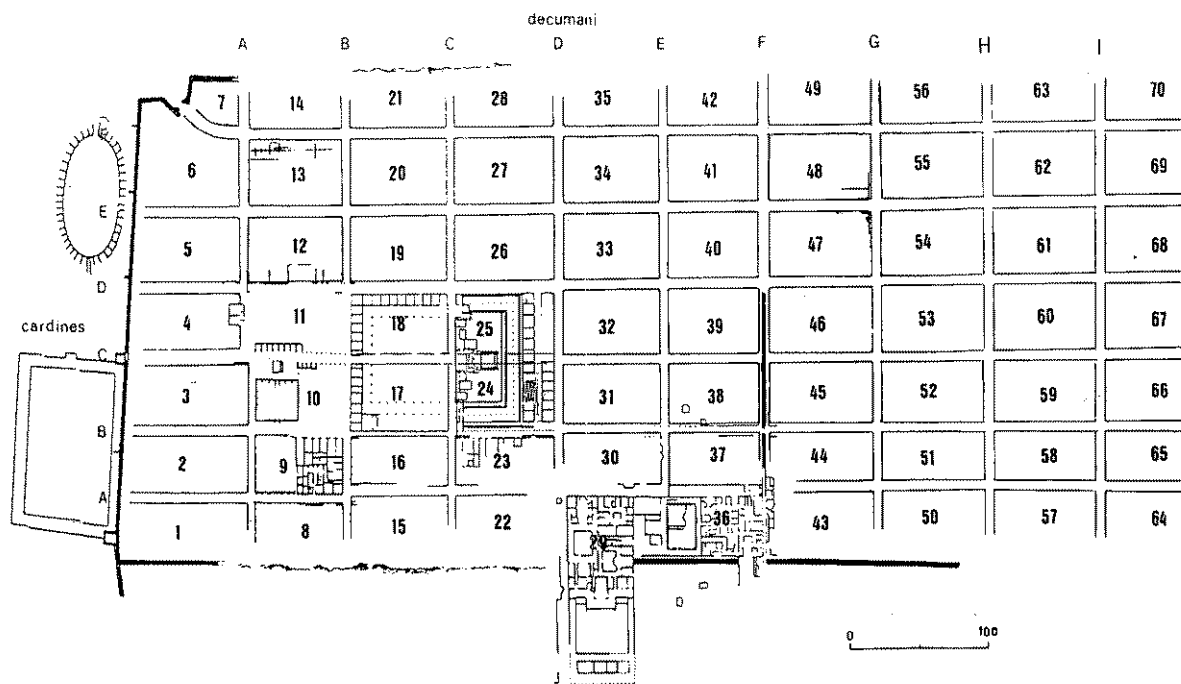


Figura 9. Planta de la ciutat romana publicada a la monografia del fòrum, l'any 1984, en la qual se situa el centre públic integrat en la xarxa urbana de les insulae de l'actorn.



**Figura 10.** Planta general de la ciutat romana, publicada per R. Mar i J. Ruiz de Arbulo l'any 1993, amb les restes conegudes i una proposta de la trama urbana.



**Figura 11.** Planta general de la ciutat romana amb la numeració de les diverses *insulae* i els carrers que constitueixen la trama urbana, segons el sistema d'identificació topogràfica utilitzat actualment pel Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries.





**Figura 12.** Indicació de les diverses àrees afectades per la prospecció geofísica realitzada l'any 1995. Al costat, integració de les estructures detectades a la planta general de la ciutat romana.

sions de les *insulae* en aquest sector nord. D'altra banda, el coneixement de la superfície urbana de la part meridional es limita únicament a les estructures i edificis descoberts per les excavacions arqueològiques, i fins al moment no disposem de cap indici segur per plantejar noves hipòtesis de treball en relació a la possible existència d'edificis públics o altres construccions en les zones no excavades.

Així les coses, l'any 1995 es va endegar des del Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries, llavors encara un organisme autònom de la Diputació de Barcelona, un projecte de prospeccions geofísiques. L'objectiu era localitzar les restes enterrades en diferents sectors del recinte emmurallat de la ciutat romana, amb una extensió total de 5 hectàrees, amb la finalitat de resoldre algunes qüestions relacionades amb la problemàtica urbanística de la ciutat i servir de base als futurs plans d'investigació. Els treballs de prospecció es van encarregar a l'empresa Terra Nova Limited, la qual havia experimentat ja diverses tècniques de prospecció geofísica en altres jaciments arqueològics de la Península Ibèrica, entre ells, la ciutat romana d'Itàlica (Rodríguez *et alii*, 1999), amb excel·lents resultats.<sup>1</sup>

El mètode geofísic fou dissenyat per detectar tant les estructures majors com les menors, enterrades en el jaciment, sense comprometre la rapidesa de la prospecció. La combinació escollida de mètodes va fer possible no tan sols detectar estructures enterrades sinó també identificar el material amb què s'havien construït, un ajut vital per a la interpretació.

Els propòsits del Museu d'Empúries eren múltiples. En primer lloc, hom pretenia poder prospectar àmplies zones no excavades de la ciutat romana, i disposar així d'una primera aproximació de l'ocupació d'aquestes àrees. Per altra banda, es varen escollir quatre sectors diferents en funció d'una problemàtica topogràfica o històrica concreta que, malgrat la dilatada recerca arqueològica d'Empúries, no havia estat resolta del tot encara (Fig. 12):

Àrea I: Sector nord de la ciutat romana. És la més gran, i se situa a l'interior d'un gran quadrat de 160 m de costat. Ocupa una part important del terç nord de la ciutat, però també inclou una part que s'estén al sud de la muralla transversal. L'interès de conèixer aquesta àrea rau en el fet que ens proporciona informació sobre un dels sectors de la ciutat romana on s'ha realitzat mai

1.- La prospecció es realitzà a l'abril de 1995 pel personal de Terra Nova Ltd., David Jordan MSc i Mr. Bertrand Chazaly, juntament amb l'assessorament tècnic del Dr. Michel Dabas. La iniciativa de portar a terme aquest projecte va ser del Sr. Jordi Pardo, director aleshores de l'Organisme Autònom Conjunt Monumental d'Empúries.

cap intervenció arqueològica, i ens permet comprovar si la trama urbana a les dues bandes de la muralla presenta una continuïtat urbanística.

Àrea II: Sector sud-occidental de la ciutat romana. Abasta un ampli sector rectangular de 150 x 120 m. És una zona poc explorada que es localitza a la banda oriental del *cardo maximus*, al costat de la porta d'accés que s'obre a l'angle sud-oest de la muralla.

Àrea III: Sector fòrum i *insulae* situades a l'est. La prospecció ocupa, d'una banda, l'àrea del fòrum, un dels espais del recinte públic del qual mancaven dades arqueològiques fiables, atès que s'hi va plantar gespa a inici de la dècada dels anys 70. De l'altra, comprèn les dues primeres *insulae* situades immediatament a l'est del fòrum, formant un espai rectangular de prospecció de 150 x 120 m.

Àrea IV: Sector *insulae* a l'oest de les *domus* romanes núm. 1 i 2. Aquesta àrea se cenyia a l'espai ocupat per les dues *insulae* de la trama ortogonal de la ciutat situades entre les cases romanes 1 i 2 i el fòrum. La superfície prospectada és de 140 x 35 m.

Als espais grans, sense estructures visibles en superfície (àrees I, II i III, excepte l'àrea del fòrum), es va emprar una quadrícula topogràfica orientada estrictament al nord, mentre que on existia una estructura urbana ja definida (àrea del fòrum i àrea IV), la quadrícula s'orientava cap al nord-oest.

La majoria de les estructures arqueològiques enterrades dins el jaciment emmurallat tenen menys d'un metre d'amplada i es troben a menys d'1,5 metres de la superfície. La prospecció es va dissenyar per detectar aquestes estructures i per desestimar altres efectes més profunds que podrien distorsionar els resultats. Així mateix, es va intentar extreure qualsevol informació rellevant sobre el sòl i la geologia que fos revelada per la prospecció geofísica i per les observacions de camp.

## ESTUDIS PREPARATORIS

Les condicions geofísiques que es poden trobar en un jaciment arqueològic són molt variables. Per tant, és essencial considerar cadascuna de les prospeccions de forma independent i realitzar estudis preliminars que determinen el mètode més apropiat per a la prospecció geofísica.

També és molt útil realitzar estudis detallats de la geologia, els sòls i la hidrologia al voltant de l'àrea de prospecció de forma que la conducta geofísica del jaciment és més fàcil de comprendre i els resultats són interpretats amb més confiança. A Empúries, aquesta preparació va ésser essencial per valorar els resultats de la prospecció geofísica.

Els tècnics de Terra Nova Ltd. van dur a terme un examen preliminar de la resistivitat a Empúries abans

d'escollir l'estratègia a adoptar. Es varen prendre 800 lectures de resistivitat cobrint una quadrícula de punts distribuïts en espais d'un metre. Els resultats mostren una alta densitat d'edificis enterrats clarament identificables, i aconsellaven l'ús d'una quadrícula d'un metre per a la prospecció.

Es va constatar que el contacte elèctric amb el sòl era difícil perquè el temps era sec i algunes àrees es trobaven cobertes de vegetació. Per tant, es féu servir un sistema informàtic específic per dur a terme la prospecció principal, el qual és capaç de millorar la qualitat dels resultats en condicions difícils com la sequera. D'altres tests de resistivitat realitzats immediatament abans de la prospecció principal confirmaren que les noves millores tècniques havien superat la majoria de problemes amb un contacte elèctric pobre.

Els escàners preliminars de la prospecció magnètica varen mostrar que el magnetòmetre era capaç de detectar anomalies magnètiques molt petites produïdes pels edificis enterrats a Empúries. Per contra, el test també va mostrar que aquest senyal magnètic estava fins a cert punt emmascarat pel soroll magnètic produït per la ceràmica i altres restes que es trobaven dins el sòl.

Es van fer servir magnetòmetres de fluxos, els quals són més sensibles que els magnetòmetres de protons en l'ús general i recullen dades a una velocitat més elevada (quasi quatre lectures per segon, 16 vegades la mitjana normal de la prospecció amb el magnetòmetre de protons). Això permet tenir quatre vegades més lectures per metre quadrat. Amb aquestes densitats i sensibilitats, és possible detectar estructures com, per exemple, murs de pedra, que tradicionalment es consideraven invisibles per al magnetòmetre.

Per tant, es va suggerir una combinació de resistivitat i magnetometria en haver demostrat la seva efectivitat per detectar les estructures enterrades d'un jaciment (Carreras/Jordan 1999). L'experiència adquirida en d'altres jaciments també indica que el tipus d'estructura detectada pels dos mètodes és diferent i complementària, proporcionant significativament més informació de la que podia haver-se obtingut amb una única tècnica.

## GEOLOGIA

El jaciment es troba sobre un turó aïllat que s'aixeca a 34 metres sobre el nivell del mar, dominant la depressió de l'Empordà, al centre de la qual hi ha el riu Fluvià que, de fet, segueix la línia de la major depressió tectònica. El subsòl del turó està format per una calcària cretària resistent que, encara que plegada, sembla que varia relativament poc en tot el jaciment. La superfície de calcària té fissures fondes degudes a la solució càrstica. Aquestes fissures estan omplertes de dipòsits de calcita, fragments de calcària i argila.

## SÒLS

Els sòls varien força en tot el jaciment, fruit de la presència de les abundants restes arqueològiques enterrades, àrees de cultiu i estructures com, per exemple, les trinxeres efectuades durant la Guerra Civil espanyola. Malgrat aquesta heterogeneïtat, els sòls s'han desenvolupat a partir de tres materials diferents, encara que la seva influència i les seves relacions es mantenen idèntiques en tot el jaciment. Aquests tres materials són:

- a.- El sòl d'argila vermella derivada de l'efecte del temps sobre el substrat de calcària.
- b.- Sorra duta pel vent que s'ha dipositat a sobre el jaciment.
- c.- Restes arqueològiques de l'abandonament gradual de la ciutat romana.

El sòl modern es forma per l'acció de la barreja de les arrels i l'addició de productes orgànics i la sorra aportada pels agents naturals.

L'argila vermella és el material natural del jaciment. S'ha format durant milers d'anys a partir de les solucions graduals del substrat de calcària. Això deixa un residu d'argila que es converteix en vermell pels òxids de ferro, i que dona lloc a la base de la Terra Rosa, un dels sòls més típics de la Mediterrània.

La sorra portada pel vent i les restes arqueològiques apareixen barrejades per damunt de l'argila, amb una profunditat que oscil·la des d'uns pocs centímetres a més d'un metre.

L'argila i els components calcaris provoquen que els sòls més secs per falta de vegetació se solidifiquin. L'alta proporció de sorra, per contra, afebleix l'estructura del sòl. Hi ha molt poca tendència a formar-se esquerdes, si no és que el sòl estigui alterat per una fauna activa que deixi abundants porus i fissures.

El drenatge dels sòls generalment és bo, encara que variable, i aquestes variacions influeixen en les propietats geofísiques locals. En els llocs en què al sòl hi ha vegetació i aquest no ha estat pertorbat, l'aigua generalment es filtra sense gaire tendència a córrer per la superfície. La filtració en àrees cultivades és ràpida però l'aigua tendeix a estancar-se sobre el sòl nu.

Atesa l'alta concentració d'estructures arqueològiques i els complexos efectes de la vegetació i la textura del sòl, es dedueix que el jaciment té una hidrologia complexa. El drenatge a través dels dos metres superiors del sòl està dominat pels efectes locals, però penetra per les esquerdes del substrat de calcària. És important ressaltar que la ciutat romana fou dissenyada per aprofitar-se de la topografia local en dirigir l'aigua cap a les cisternes d'emmagatzematge i disposar d'aigua en el seu subsòl (Burés 1998).

La fondària del sòl sobre el substrat varia força. Hi ha àrees en què la roca sobresurt a la superfície i, per con-

tra, n'hi ha d'altres on apareix a una fondària de més de dos metres. Aquestes variacions també afecten els resultats de la prospecció geofísica. On la roca és a prop de la superfície, els resultats geofísics reflecteixen tant l'arqueologia com la geologia enterrada. Aquests no són sempre fàcils de separar, especialment quan l'activitat humana ha alterat la superfície rocosa per explotar-la com a pedrera o per fer-hi construccions de gran entitat.

## LES CONDICIONS DE LA PROSPECCIÓ A EMPÚRIES

La prospecció geofísica a Empúries és relativament simple, almenys en principi, perquè el jaciment és pla i està cobert per una vegetació baixa i reduïda. Es va decidir de prospectar el lloc a l'abril perquè el sòl acostuma a ser humit per les pluges d'hivern. Malauradament la resistivitat es va alentir per les condicions seques de l'any 1995, que dificultaven el contacte elèctric. Tot i això, es varen poder obtenir dades d'alta qualitat gràcies als recents desenvolupaments dels instruments geofísics i a la creació de programes especialment dissenyats per treballar amb els sòls secs. La prospecció magnètica no va patir altres problemes excepte aquells provocats per les obstruccions físiques.

Tal com ja hem dit anteriorment, els sòls del jaciment contenen una complexa barreja d'argiles, terra i sorra portades pel vent i restes arqueològiques. Aquests sòls tendeixen a ésser molt ben drenats. A Empúries, tenim els efectes contraris entre les restes arqueològiques, que faciliten el drenatge del sòl, i les argiles naturals que ho impedeixen, així com la influència de la vegetació sobre la humitat del sòl. Com a resultat, la hidrologia del jaciment varia dràsticament en distàncies curtes, tant horitzontals com verticals.

En la majoria d'indrets aquest tipus d'hidrologia variable afecta els resultats de la resistivitat perquè altera la resistivitat local de fons. Així, l'aparença geofísica d'un mur enterrat, per exemple, en un lloc ben drenat del jaciment pot ésser completament diferent a l'aparença d'un mur idèntic en una àrea poc drenada. En la pràctica, a Empúries les variacions en hidrologia tenen relativament poc efecte sobre les lectures geofísiques, i la interpretació dels resultats geofísics era, per tant, més fàcil.

## MÈTODES DE PROSPECCIÓ

Una breu revisió de les condicions del jaciment abans de la prospecció preliminar va suggerir que la resistivitat seria la tècnica més adequada, encara que la magnetometria seria molt valuosa com a complement.

## LA QUADRÍCULA DE PROSPECCIÓ

Les prospeccions es varen realitzar mitjançant una quadrícula de punts marcats a terra, situats entre uns altres punts fixos que formaven part d'una quadrícula general, separats a intervals de 30 a 60 metres. Cada lectura es fa dins d'un metre de posició fixa o, fins i tot, menys. Una breu revisió de la pràctica actual de la prospecció arqueològica a Espanya mostra que les prospeccions es fan, generalment, amb lectures fetes a intervals de dos metres. Tanmateix, es va decidir prendre lectures amb densitats més altes. L'experimentació amb espais de lectura durant les nostres prospeccions preliminars, com s'ha descrit abans, va confirmar que la densitat de la resistivitat ja era suficient amb lectures en espais d'1 x 1 metres i que amb densitats més altes es millorava molt poc. La claredat de la magnetometria era millor fins i tot en espais molt reduïts, de 0,25 x 1 metres. Per tant, la prospecció es va adaptar a aquests intervals, encara que això suposava augmentar per dos el nombre de lectures de resistivitat i per quatre vegades les lectures de magnetometria. Els resultats demostren, sense cap mena de dubte, que l'esforç es va veure recompensat.

La utilització d'un interval petit comporta prendre una gran quantitat de lectures que es podien controlar gràcies a l'ajuda de sistemes informàtics en la prospecció. En total la prospecció d'Empúries, incloent-hi el treball preliminar, va requerir prendre 306.000 lectures individuals.

## LA RESISTIVITAT

### Instrumental

Es va fer servir un resistòmetre lleuger i petit (Geoscan RMA) perquè permet fer lectures acurades ràpidament i és fàcilment transportable al camp. Es va adoptar la disposició d'elèctrodes-bessons, amb una separació entre elèctrodes de 0,5 metres, que és més fàcil de fer servir i sensible a les restes enterrades fins a una profunditat de 1,5 metres. Les estructures més fondes són ignorades, la qual cosa evita la confusió dels efectes arqueològics i geològics.

### Lectures

Quan s'insereixen els dos elèctrodes en el sòl a cada punt de la prospecció de la quadrícula d'1 x 1 metres es genera una lectura que es mesura en un resistòmetre. La prospecció es va realitzar en blocs, normalment de 30 x 30 metres. El resistòmetre estava connectat a un petit ordinador de camp que accepta lectures solament quan calcula que aquestes són acurades. El programa que ha desenvolupat l'empresa Terra Nova per realitzar aquest càlcul informa els prospectors immediatament sobre les condicions geofísiques i permet de veure les estructures arqueològiques a la pantalla de l'ordinador en el punt que es detecten.

## Processament de dades

Els resultats s'incorporen a un ordinador més gran per tal d'emmagatzemar i processar les dades durant la mateixa prospecció. Això permet al prospector de veure els resultats del treball de cada dia de forma que les tècniques es poden millorar i, si és necessari, resoldre també els problemes. Aquesta retroalimentació dona a la nostra tècnica de prospecció una gran flexibilitat per tal de poder respondre a les condicions geofísiques que es troben en cada jaciment concret. Un cop es completa la prospecció, els resultats s'introdueixen en un ordinador central, capaç de realitzar els complexos tractaments matemàtics requerits per transformar els resultats en brut de la prospecció en una imatge de les restes enterrades.

Els blocs de resultats són combinats en una gran imatge que es classifica mitjançant una extensió d'un histograma lineal que millora el contrast entre els valors baixos i alts sense variar la relació matemàtica. Només s'utilitzen d'altres procediments quan no comporten una alteració important de la imatge original.

## LA MAGNETOMETRIA

### Instrumental

Es va fer servir un gradiòmetre de flux, el Geoscan FM18, que permet fer fins quasi sis lectures per segon (ajustables per l'operador). El FM18 té una precisió de 0,1 nanotesles (nT) i a Empúries pot detectar anomalies arqueològiques tan petites com 1 nT. Això és molt millor del que es podia aconseguir amb els magnetòmetres de protons, no solament perquè el FM18 és molt acurat sinó perquè pren més lectures. Una alta densitat de lectures permet detectar les pautes de les anomalies arqueològiques dèbils davant del soroll normal produït pel sòl.

### Lectures

En el camp el FM18 es connecta a un ordinador que pren lectures cada 0,25 metres al llarg d'una línia de prospecció. Les lectures es mostren sota la forma d'un gràfic a la pantalla de l'ordinador, on es pot veure, immediatament, qualsevol estructura arqueològica que hagi estat detectada.

## Processament de dades

Com en el cas de la resistivitat, els resultats de la magnetometria s'introdueixen en un gran ordinador al final de cada jornada, de manera que el prospector pot tenir una impressió immediata dels resultats. Les dades són processades a l'ordinador principal, on els blocs de prospecció són combinats, els efectes de l'instrumental eliminats, i filtrat tot allò que sigui necessari. Semblantment a la resistivitat, les dades es procesen el mínim, perquè és millor obtenir bons resultats en el camp que intentar corregir les diferències més tard.



**Figura 13.** Àrea I: sector nord de la ciutat romana. 1, Resultats assolits per la resistivitat; 2, Interpretació superposada als resultats de la resistivitat; 3, Resultats assolits per la magnetometria; 4, Interpretació superposada als resultats de la magnetometria.

## RESULTATS

### RESISTIVITAT

La resistivitat va permetre localitzar un gran nombre d'estructures arqueològiques enterrades, que semblen correspondre a elements ja coneguts per les excavacions realitzades fins ara i que interpretem com a murs, clavegueres i carrers. La interpretació es basa en part en la correspondència entre les estructures geo-

físiques i les localitzades en excavacions, però també en l'experiència obtinguda en d'altres prospeccions geofísiques anteriors. Podem definir tres grans grups:

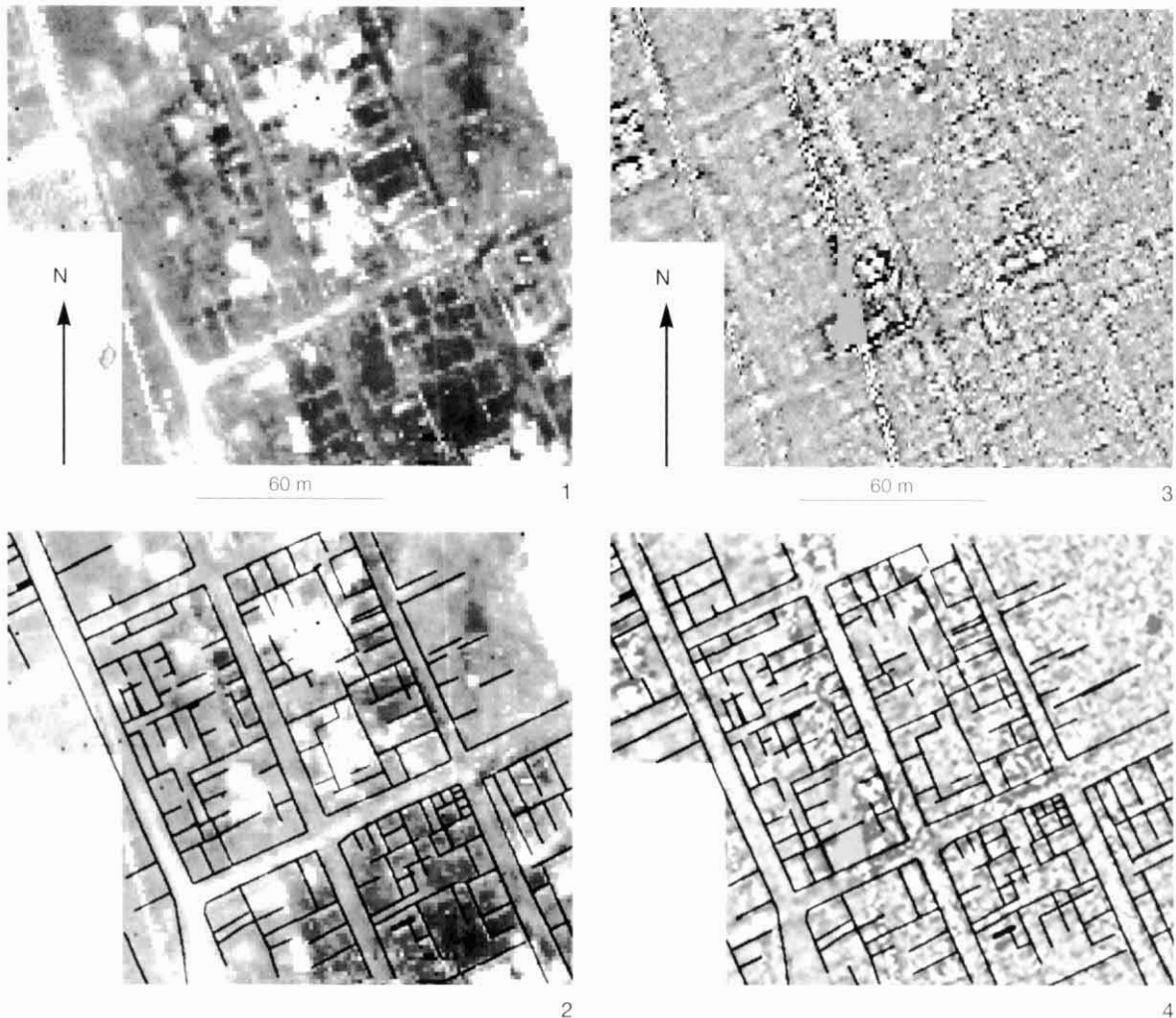
- a.- Línies de valor de resistivitat més altes, entre 1 i 2 metres d'amplada. Aquestes són normalment interpretades com a murs.
- b.- Zones difuses de valors de resistivitats més alts, normalment interpretats com a àrees d'enderrocs d'edificis o bossades fondes de sorra.

c.- Zones definides nítidament per valors de resistivitat molt alts, normalment interpretats com a cisternes enterrades. És impossible ésser precís en la interpretació d'una resistivitat d'aquest tipus. Per exemple, els murs enterrats que podem definir en alguns indrets poden haver-ne cobert o enderrocats d'altres, poden estar coberts per enderrocats o poden haver estat eliminats per altres construccions. Per tant, un mur enterrat pot produir anomalies positives fortes i nítides, però aquestes mateixes anomalies poden ser força més dèbils en els punts on aquest mur està cobert o derruït. El mateix passa, per exemple, quan una cisterna enterrada està coberta per enderrocats d'un edifici. La claredat dels límits d'una cisterna pot quedar emmascarada per l'anomalia més difusa de l'enderroc, fent impossible la distinció entre ambdós elements. El jaciment conté dues altres categories d'estructures detectades per la prospecció: carrers i clavegueres. Els

carrers estan definits precisament pels murs que els limiten. Les clavegueres no són fàcils de distingir dels murs, però és més normal que les anomalies lineals amb resistivitat alta que connecten amb algunes de les cisternes corresponguin a clavegueres més que no pas a murs. Aquesta problemàtica ens obliga, doncs, a ser prudents en la seva interpretació.

Les imatges evidencien que les estructures trobades dins les àrees ja excavades continuen a la resta del jaciment. La distribució de carrers i murs trobats per la resistivitat divideix clarament la ciutat romana en *insulae* que es corresponen perfectament amb les conegudes per l'excavació. Sembla que hi ha, per contra, algunes variacions significatives en les estructures dins les *insulae*. Per tant una interpretació més detallada pot permetre d'identificar alguns edificis públics i, potser, àrees de la ciutat amb diferents pautes d'administració i ús.

**Figura 14.** Àrea II: sector sud de la ciutat romana; 1, Resultats assolits per la resistivitat; 2, Interpretació superposada als resultats de la resistivitat; 3, Resultats assolits per la magnetometria; 4, Interpretació superposada als resultats de la magnetometria.





Hi ha clares diferències entre els resultats de la resistivitat efectuades en algunes parcel·les de titularitat privada del jaciment que encara es conreen, en relació a les que no ho són. Les anomalies més clares es van detectar en les zones no cultivades. Les anomalies més pobres es localitzen precisament on l'activitat agrícola recent ha malmès la superfície del sòl.

Els resultats en les quatre àrees on s'han efectuat anàlisis de resistivitat són els següents.

#### Àrea I: Sector nord de la ciutat romana

La resistivitat en aquesta zona ha revelat l'estructura d'una part de 17 *insulae*, en algun cas de forma molt parcial. Totes detecten pautes denses de murs enterrats. L'àrea està dividida al mig per una vall en què trobem un nombre d'estructures definides de forma molt nítida i amb alta resistivitat, que probablement corresponen a un conjunt de cisternes destinades a l'emmagatzematge d'aigua. Aquesta interpretació té sentit, particularment, perquè aquestes cisternes semblen agrupar-se a la vall, on podrien rebre el drenatge de les vessants superiors. L'àrea està dividida per una anomalia ben definida que segueix la línia del gran mur que divideix el jaciment i que coneixem com a muralla transversal. Els resultats de la resistivitat confirmen en aquest cas la continuïtat d'aquesta estructura. Els blocs d'*insulae*, a banda i banda de la muralla, semblen confirmar una mateixa orientació de les estructures i unes dimensions idèntiques de les *insulae* (Fig. 13).

#### Àrea II: Sector sud de la ciutat romana

La resistivitat en aquesta àrea ha revelat part de l'estructura de 10 *insulae*, dividides per carrers ben definits i amb una pauta densa de murs. Algunes anomalies de resistivitat alta i difusa poden correspondre a enderrocs dels edificis abandonats. En contrast amb l'àrea I, a l'àrea II no és possible intuir de forma clara cap cisterna. Aquestes probablement existeixen però deuen estar amagades sota les estructures localitzades. Això suggereix que els edificis de l'àrea II estan més ben preservats que els de l'àrea I, segurament perquè aquesta zona va patir una erosió molt activa. Per altra banda, és interessant observar la solució adoptada pel *cardo* que permet l'entrada a la ciutat per la porta de l'angle sud-oest, que obliga a dissenyar un traçat oblic, però, a partir de l'enllaç amb el primer *decumanus* sud, el *cardo* redreça la direcció i regularitza les *insulae* a partir de la segona línia d'illes (Fig. 14).

#### Àrea III: Sector fòrum i *insulae* de l'est

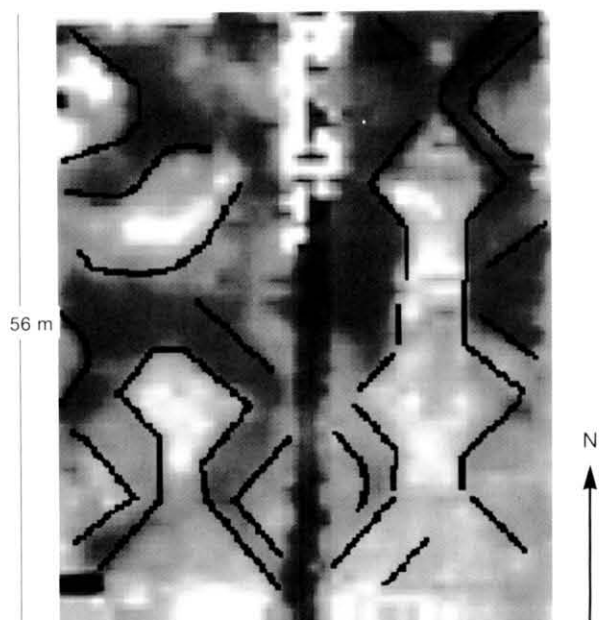
Mitjançant la resistivitat a l'àrea del fòrum s'esperava localitzar sitges enterrades en el seu subsòl, atès que aquestes estructures estaven documentades tant al sector de la basilica que tanca la plaça per l'est com també en el sector dels locals que tanquen el fòrum per la banda oest. Tota aquesta àrea està coberta actualment de

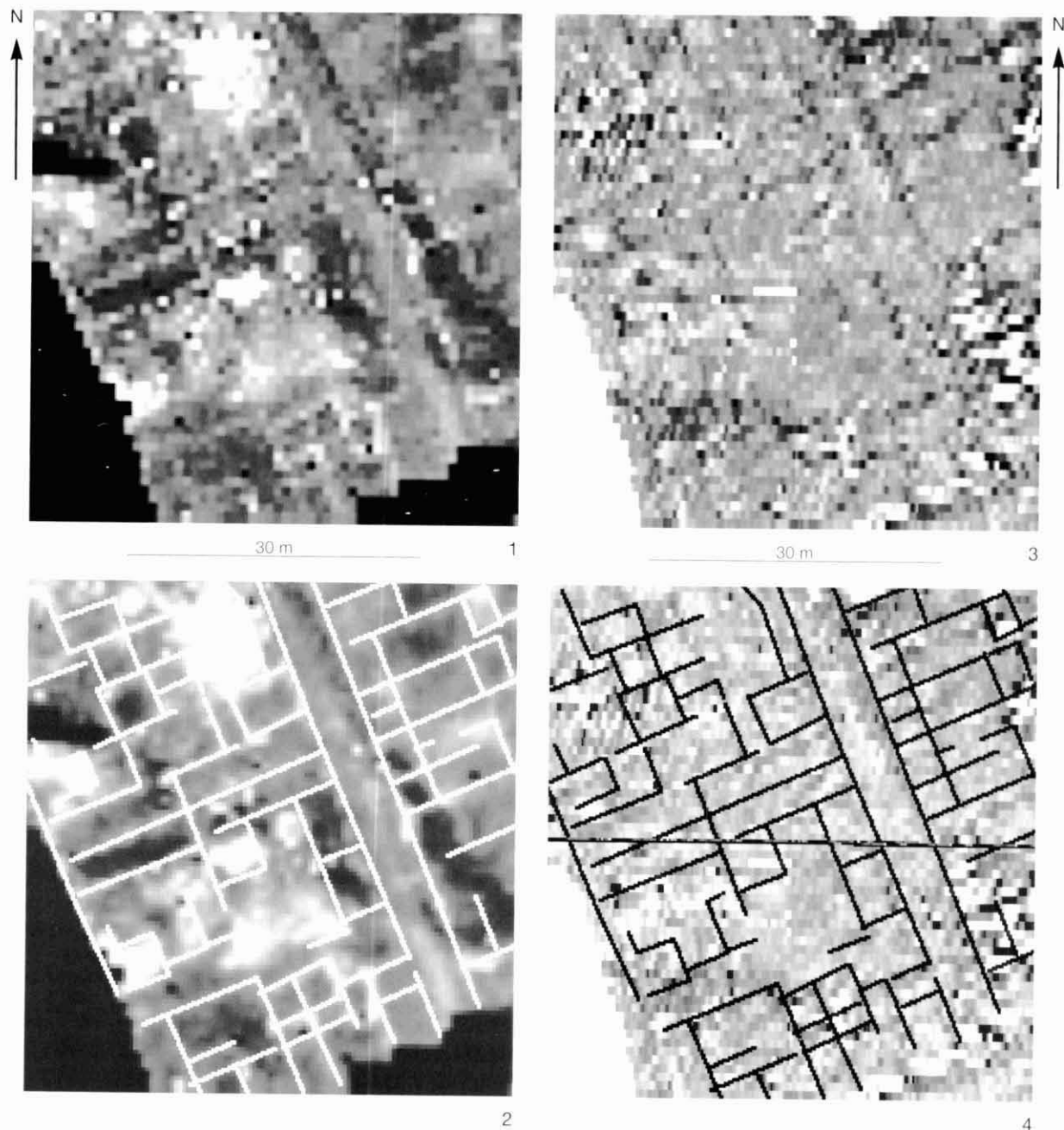
gespa que es va plantar a inici dels anys 70. La prospecció mostra que la zona contenia una complexa distribució en forma de diamant definida per anomalies altes i baixes en la resistivitat. La distribució recorda dissenys de zones enjardinades i la interpretació hipotètica és que són col·lectors o rases de distribució d'un jardí que no va realitzar-se en època contemporània. De fet, recorda en part l'enjardinament efectuat a les zones excavades de les cases romanes núm. 1 i 2 (Fig. 15). En les dues *insulae* situades a l'est del fòrum, prospectades parcialment, s'observava una distribució densa de murs ben definits. És interessant constatar que el front sud de l'*insula* contigua al fòrum presenta una distribució que sembla suggerir la continuació de les botigues o *tabernae* del sector meridional del fòrum, obertes al *decumanus* (Fig. 16).

#### Àrea IV: Sector *insulae* a l'oest de les domus romanes núm. 1 i 2

La franja de terra existent entre les *insulae* ocupades per les grans cases romanes i l'anomenat *Cardo B* revela una densa distribució de murs. L'àrea està dividida en dues *insulae*, però, l'estructura exacta dels edificis és menys clara que les àrees I, II i III. Pensem que es tracta de dues *insulae* amb habitacions de grans dimensions, tot i que no és possible definir si la distribució té alguna relació amb la de les *domus* excavades al costat oriental (cases romanes núm. 1 i 2). El projecte d'excavacions ("projecte *insula* 30") iniciat l'any 2000 en aquesta zona, ha permès determinar que l'*insula* més meridional d'aquestes dues estava ocupada per un gran edifici termal públic (Fig. 17).

Figura 15. Àrea III: sector fòrum. Resultats assolits per la resistivitat, amb la interpretació superposada.





276

**Figura 16.** Àrea III: sector *insulae* a l'est del fòrum. 1, Resultats assolits per la resistivitat; 2, Interpretació superposada als resultats de la resistivitat; 3, Resultats assolits per la magnetometria; 4, Interpretació superposada als resultats de la magnetometria.

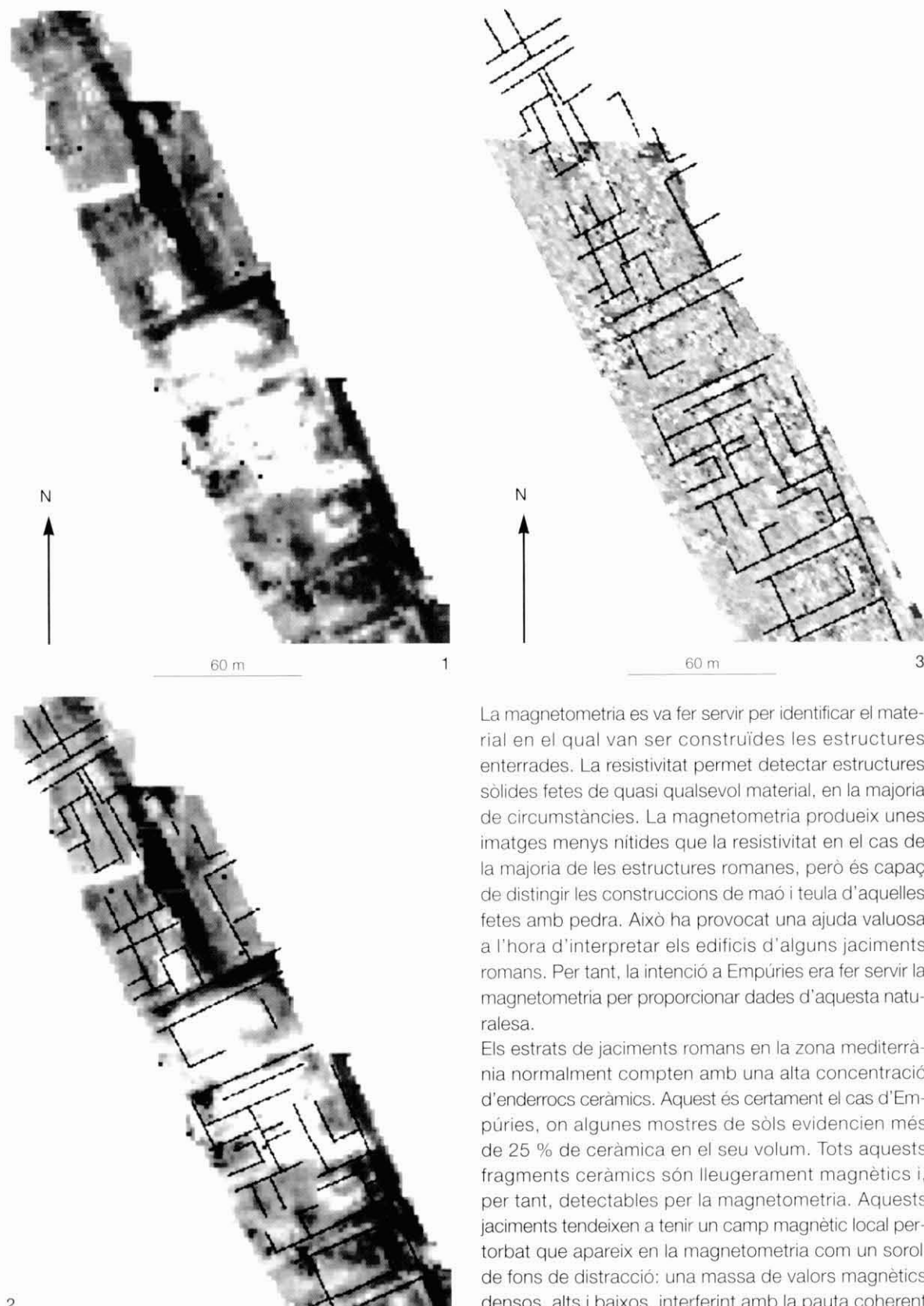
## MAGNETOMETRIA

Com ja hem avançat anteriorment, la magnetometria es va aplicar mitjançant un gradiòmetre magnètic mostrejant a intervals de 0,25 en direcció est-oest i un metre en sentit nord-sud. Per tant, les mesures de les imatges que s'adjunten indiquen reflexos en el camp magnètic local més que el valor absolut del camp en si mateix. Això ofereix diferents avantatges, el més significatiu dels quals és la intensitat del magnetòmetre a les variacions

magnètiques de fons molt grans i a les fluctuacions en el camp magnètic de la terra.

Tot i que les dades de la magnetometria són complexes i contenen una gran quantitat d'informació, la seva interpretació és menys clara que la resistivitat i algunes de les anomalies són difícils de definir amb precisió. La superposició de la interpretació dels resultats de la magnetometria i la resistivitat són combinacions d'interpretacions derivades d'ambdós mètodes.





2

**Figura 17.** Àrea IV: sector *insulae* a l'oest de les *domus* romanes nùms. 1 i 2. 1, Resultats assolits per la resistivitat; 2, Interpretació superposada als resultats de la resistivitat; 3, Resultats assolits per la magnetometria, amb la interpretació superposada.

La magnetometria es va fer servir per identificar el material en el qual van ser construïdes les estructures enterrades. La resistivitat permet detectar estructures sòlides fetes de quasi qualsevol material, en la majoria de circumstàncies. La magnetometria produeix unes imatges menys nítides que la resistivitat en el cas de la majoria de les estructures romanes, però és capaç de distingir les construccions de maó i teula d'aquelles fetes amb pedra. Això ha provocat una ajuda valuosa a l'hora d'interpretar els edificis d'alguns jaciments romans. Per tant, la intenció a Empúries era fer servir la magnetometria per proporcionar dades d'aquesta naturalesa.

Els estrats de jaciments romans en la zona mediterrània normalment compten amb una alta concentració d'enderrocs ceràmics. Aquest és certament el cas d'Empúries, on algunes mostres de sòls evidencien més de 25 % de ceràmica en el seu volum. Tots aquests fragments ceràmics són lleugerament magnètics i, per tant, detectables per la magnetometria. Aquests jaciments tendeixen a tenir un camp magnètic local pertorbat que apareix en la magnetometria com un soroll de fons de distracció: una massa de valors magnètics densos, alts i baixos, interferint amb la pauta coherent produïda per les estructures enterrades. D'altres interferències inclouen també els forts senyals magnètics produïts pel material enterrat i els senyals de longitud d'ona llarga causades per la geologia. Els sòls que incorporen les restes d'activitat humana tendeixen a ser

lleugerament més magnètics del que és normal, de manera que aquest soroll del fons, millorat, pot ésser reconegut pels prospectors. Tota l'àrea prospectada conté alguns d'aquests tipus de variació.

El mateix magnetòmetre afegeix a aquest soroll lleugeres variacions del senyal causades per petites inestabilitats en l'electrònica o, més significativament, lleugers canvis en l'orientació dels detectors. L'operador tracta de mantenir aquests canvis al mínim, però una anomalia de fons produïda per l'instrumental és sempre inevitable. Es va aconseguir mantenir aquesta variació de fons molt baixa durant tota la prospecció manipulant amb compte l'instrumental. Per tant, la desviació estàndard de fons és del voltant de 2 nT, la qual cosa ens permet detectar les anomalies aïllades majors i les anomalies lineals (murs, per exemple) tant petites com 1 nT.

A la pràctica, tant les anomalies metàl·liques com les geològiques són fàcils de distingir de la pauta magnètica arqueològica. La proves de magnetometria i resistivitat realitzades a Empúries abasten les quatre mateixes àrees i es representen de forma anàloga. Els resultats de la magnetometria mostren algunes anomalies arqueològiques que no apareixen en els resultats de la resistivitat i també en clarifiquen d'altres. Fins a un determinat punt, la magnetometria ha demostrat ser de gran utilitat. Per tant, el fort suport dels resultats de la magnetometria pot donar-nos més confiança en la interpretació de la resistivitat.

La magnetometria enregistra algunes anomalies magnètiques positives, provocades per estructures arqueològiques enterrades. La majoria d'anomalies magnètiques corresponen a estructures negatives i lineals, causades possiblement per murs que segueixen de prop la pauta de les anomalies de la resistivitat. Es pot concloure doncs que els edificis localitzats dins de les àrees prospectades estan construïts amb blocs no magnètics de calcària i no amb maó o teula. Aquest argument es reforça perquè la majoria de murs localitzats per la resistivitat es representen en els resultats de la magnetometria mitjançant anomalies magnètiques, molt probablement perquè la calcària no magnètica ha desplaçat els sòls més magnètics del jaciment, provocant anomalies magnètiques negatives sobre els murs. El que es va detectar, en definitiva, és el desplaçament d'un sòl magnètic per uns murs no magnètics. El sòl és significativament magnètic per l'alta proporció de ceràmica que conté, i s'ha demostrat que la prospecció pot detectar estructures no magnètiques on hi ha un contrast negatiu entre elles i el sòl magnètic en el

qual es troben. Existeixen algunes anomalies lineals positives que poden ser produïdes per clavegueres enterrades fetes amb elements ceràmics. Es pot concloure, atesa l'extensió de l'anomalia magnètica, que les restes arqueològiques es distribueixen en tota la superfície del turó, a diferència d'altres jaciments on es detecten àmplies zones sense edificacions, ja sigui com a conseqüència d'una planificació urbana original exagerada o en previsió d'utilitzar aquests espais per a unes altres funcions.

## CONCLUSIONS

La prospecció combinada de magnetometria i resistivitat a Empúries ha permès definir l'estructura de les restes enterrades dins de les cinc hectàrees prospectades. Tal com ja s'esperava, els dos mètodes de prospecció són complementaris, tot i que els resultats de la resistivitat han estat ampliat per la magnetometria. Malgrat el caràcter experimental dels treballs, podem assegurar que una primera aproximació geofísica serveix per detectar quasi totes les estructures soterrades a Empúries. No obstant això, en un futur caldrà comprovar mitjançant els mètodes d'excavació tradicional les dades obtingudes en aquesta campanya de prospecció experimental i corregir i adaptar la metodologia utilitzada a les característiques de la ciutat romana d'Empúries. Com a conclusió final, es pot afirmar que tot el turó en el qual es troba la ciutat romano-republicana d'Empúries està cobert per un patró dens d'edificis i carrers que, majoritàriament, segueix la trama regular trobada en les àrees excavades. Pel que fa a les *insulae* detectades tant a sud com a nord de l'anomenada "muralla transversal", les seves dimensions semblen correspondre a la retícula ortogonal fundacional de 35 x 70 metres (1 x 2 *actus* de 120 peus romans cada *actus*), definida per *cardines* i *decumani* que es creuen en angle recte. L'orientació de les estructures que les conformen és també molt similar. Dins de les diferents zones prospectades, cal ressaltar l'existència d'una possible construcció pública destinada a l'emmagatzematge d'aigua per a la ciutat, ubicada al sector nord determinat per la muralla transversal. Així mateix, cal assenyalar també la possible existència d'edificis públics a les *insulae* situades entre les cases romanes núm. 1 i 2 i el fòrum, i la ubicació d'estructures del sistema comercial de la ciutat obertes als *decumani* i *cardines* de les *insulae* del sector meridional, ocupades amb tota probabilitat pel sistema residencial.

## BIBLIOGRAFIA

- AAVV 1998, *Sant Martí d'Empúries. Una illa en el temps*, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Catàleg de l'exposició, Empúries.
- ALMAGRO, M. 1943, *Ampurias. Guía de las excavaciones*, Barcelona.
- ALMAGRO, M. 1951, *Ampurias. Historia de la ciudad y guía de las excavaciones*, Barcelona.
- ALMAGRO, M. 1962, *Ampurias*, Excavaciones Arqueológicas en España 9, Madrid.
- ALMAGRO, M. 1968, *Ampurias. Guía breve de las excavaciones y museo*, Barcelona.
- ALMAGRO, M., LAMBOGLIA, N. 1959, La estratigrafía del decumanus A de Ampurias, *Ampurias* XXI, Barcelona, 1-28.
- AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. 1999, *Empúries*. Guies del Museu d'Arqueologia de Catalunya, Tarragona.
- BURÉS, L. 1998, *Les estructures hidràuliques a la ciutat antiga: l'exemple d'Empúries*, Monografies Emporitanes 10, Barcelona.
- CARRERAS, C., JORDAN, D. 1999, El uso complementario de la resistividad y la prospección magnética en Arqueología, *Caesaraugusta* 73, Zaragoza, 361-368.
- FÒRUM 1984; AQUILUÉ, X., NOLLA, J.M., MAR, R., RUIZ de ARBULO, J., SANMARTÍ, E., *El fòrum romà d'Empúries (Excavacions de l'any 1982)*, Monografies Emporitanes VI, Barcelona.
- GUIPART, J. 1993, Un programa de fundacions urbanes a la Hispania Citerior del principi del segle I a. C., *La ciutat en el món romà, Actes del XIV Congrés Internacional d'Arqueologia Clàssica (Tarragona, 5-11 setembre 1993)*, Vol. I: Ponències, Tarragona, 205-213
- JAUBERT DE PASSA, M. 1823, *Notice historique sur la ville et le comté d'Empurias*, Memoires de la Société Royale des Antiquaires de France, Paris.
- LAMBOGLIA, N. 1955, Scavi italo-spagnoli ad Ampurias, *Rivista di Studi Liguri* XXI, 3/4, Bordighera, 195-212.
- MAR, R., RUIZ DE ARBULO, J. 1993, *Ampurias romana. Historia, arquitectura y arqueología*, Sabadell.
- OLIVA, M. 1974, Presencia de la Diputación de Gerona en Ampurias. Excavaciones en la basílica paleocristiana, en el siglo XIX. Hallazgos arqueológicos y descubrimientos en el Foro romano, *Miscelánea Arqueológica* II, 87-100.
- PUIG I CADAFALCH, J. 1908, Les excavacions d'Empúries, *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, Barcelona, 150-194.
- PUJADES, J. DE 1609, *Crònica universal del Principat de Cathalunya*, Barcelona.
- RIPOLL, E. 1978, *Els orígens de la ciutat romana d'Empúries*, Discurs d'ingrés a la Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona, Barcelona.
- RIPOLL, E. 1979, *Ampurias. Guia itineraria. Descripción de las ruinas y Museo Monográfico*, Barcelona (6 edició).
- RODRIGUEZ HIDALGO, J.M., KEAY, S.J., JORDAN, D., CREIGHTON, J., RODÀ, I. 1999, La Itàlica de Adriano. Resultados de las prospecciones arqueológicas de 1991 y 1993, *Archivo Español de Arqueología* 72, Madrid, 73-97.
- SANMARTÍ, E. 1978, *La ceràmica campaniense de Emporion y Rhode*, Monografies Emporitanes IV (2 vols), Barcelona.
- SANMARTÍ, E., RIPOLL, E. 1981, Empúries. Història de la investigació, *L'Avenç* 38, maig 1981, 21-26.
- SANTOS, M. 1991, Distribución y evolución de la vivienda urbana tardorrepública y altoimperial en Ampurias, AAVV, *La casa urbana hispanorromana (Zaragoza 1989)*, Zaragoza, 19-34.