

Ager Tarraconensis 2

El poblament The population

Marta Prevosti i Josep Guitart i Duran
(directors científics / Scientific Directors)

Two chapters in English

D O C U M E N T A 16

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
INSTITUT CATALÀ D'ARQUEOLOGIA CLÀSSICA
Tarragona, 2011

Ager Tarraconensis. – (Documenta ; 16)

Bibliografia. – Conté: 1. Aspectes històrics i marc natural -- 2. El poblament -- 3. Les inscripcions romanes (IRAT). – Text en català, alguns capítols també en anglès

ISBN 9788493773434 (o.c.)

I. Prevosti, Marta, dir. II. Guitart i Duran, Josep, 1946- dir. III. Gorostidi, Diana IV. Institut d'Estudis Catalans V. Institut Català d'Arqueologia Clàssica VI. Col·lecció: Documenta (Institut Català d'Arqueologia Clàssica) ; 16
1. Arqueologia del paisatge – Catalunya – Camp de Tarragona 2. Excavacions arqueològiques – Catalunya – Camp de Tarragona 3. Camp de Tarragona (Catalunya) – Arqueologia romana
904(467.14)

Ager Tarraconensis és un projecte de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica i l'Institut d'Estudis Catalans, amb el finançament d'Acesa-Abertis. El projecte s'emmarca dins la línia de recerca de l'ICAC «Arqueologia del paisatge, poblament i territori» i del projecte Forma Orbis Romani de l'Institut d'Estudis Catalans, promogut per la Unió Acadèmica Internacional.

Aquesta recerca també s'ha inserit en el marc del projecte del Ministeri de Ciència i Innovació HAR2009-10752: «Interacció i articulació *urbs-territorium* en el *conventus Tarraconensis*».

© d'aquesta edició, Institut d'Estudis Catalans i Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)

Institut Català d'Arqueologia Clàssica
Plaça d'en Rovellat, s/n, 43003 Tarragona
Telèfon 977 24 91 33 - fax 977 22 44 01
info@icac.net - www.icac.net

© del text, els autors

© de les fotografies i il·lustracions, els autors, llevat que s'indiqui el contrari

© de la foto de la coberta, Arxiu MNAT / A. Saludes

Primera edició: novembre del 2010

Coordinació: Jordi López Vilar

Coordinació editorial: Publicacions de l'ICAC

Correcció: Pere Farrando Canals i Ramon Vidal Muntané

Disseny de la col·lecció: Dièdric

Coberta: Píxel Sònic Estudi

Foto de la coberta: lampadòfor representant un bacus infant, trobat a la vil·la de la Llosa (Cambrils)

Maquetació: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

Impressió: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

Dipòsit Legal: T-1506-2010

ISBN de l'obra completa: 978-84-937734-3-4

ISBN del volum 2: 978-84-937734-5-8

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer tenint l'autorització dels seus titulars, amb les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si heu de fotocopiar o escanejar fragments d'aquesta obra.

TAULA GENERAL DE L'OBRA AGER TARRACONENSIS

Volum 1. Aspectes històrics i marc natural

1. Plantejament i precedents del treball
2. La ciutat de *Tarraco*, entre nucli urbà i territori
3. El paisatge de l'*ager Tarraconensis*
4. Les centuriacions de l'*ager Tarraconensis*: organització i concepcions de l'espai
5. El marc natural

Volum 2. El poblament

1. Metodologia de l'estudi del poblament
2. Les prospeccions extensives
3. Les prospeccions intensives
4. Les col·leccions
5. Estudi dels materials
6. Treballs de camp en jaciments
7. La distribució territorial dels assentaments
8. Els recursos econòmics

Volum 3. Les inscripcions romanes de l'*ager Tarraconensis*

1. La documentació epigràfica
2. Epigrafia i societat de l'*ager Tarraconensis*. Monuments i reflex social. Propietaris de *fundi* al territori: identificació a partir de l'epigrafia. Prosopografia i societat al territori. Taula sinòptica.
3. Catàleg epigràfic. Conté epigrafia sobre *amphorae*, *tegulae*, *imbrex* i *dolia* a l'àrea occidental del Camp de Tarragona
4. Índexs analítics

Volum 4. La vil·la romana dels Antigons

1. Anàlisi d'una antiga excavació de salvament
2. El nimfeu dels Antigons en el panorama de les fonts decoratives de les vil·les de l'àrea catalana
3. Els elements escultòrics
4. Les ceràmiques
5. Vida quotidiana a la vil·la: els grafitis sobre *instrumentum*
6. Les troballes monetàries
7. Altres materials
8. Conclusions

Volum 5. Actes del simposi. L'*ager Tarraconensis*. Paisatge, poblament, cultura material i història

Volum 6. Catàleg de jaciments, conclusions i índexs

Projecte Ager Tarraconensis

Directors científics

Marta Prevosti i Monclús (ICAC)
Josep Guitart i Duran (UAB i ICAC)

Autors

Josep Abela Montoya (ICAC)
Ethel Allué Martí (IPHES)
Aureli Àlvarez Pérez (UAB i ICAC)
Piero Berni Millet (ICAC)
Loïc Buffat (investigador associat al CNRS-UMR 5140, Lattes-Montpellier)
Iban Cabrelles Albareda
Victòria Cantarellas Sancho (ICAC)
Cèsar Carreras i Monfort (UOC i ICAC)
Raquel Daza Brunet (UAB)
Ana Domènech de la Torre (ICAC)
J. Ignacio Fiz Fernández (URV i ICAC)
Marta Fontanals Torroja (IPHES)
Rob Fry (Universitat de Southampton i Escola Britànica de Roma)
Ana Garrido Elena (ICAC)
Pere Gebellí Borràs
Santiago Giralte (Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, CSIC)
Diana Gorostidi Pi (ICAC)
Josep Guitart i Duran (UAB i ICAC)
Anna Gutiérrez García-Moreno (ICAC i UAB)
Ramon Jàrraga Domínguez (ICAC)
Eva M. Koppel Guggenheim (UAB)
Jordi López Vilar (ICAC)
Jaume Massó Carballido (Museu d'Arqueologia Salvador Vilaseca, Reus)

Yannick Miras (Geolab, Universitat Blaise Pascal, CNRS-UMR 6042, Clermont-Ferrand)
Andreu Ollé Cañellas (IPHES)
Hèctor A. Orenge Romeu (Grup d'Investigació en Arqueologia del Paisatge, de l'ICAC)
Pedro Otiña Hermoso (Arxiu Municipal de Cambrils)
Núria Padrós Font (ICAC)
Josep M. Palet Martínez (Grup d'Investigació en Arqueologia del Paisatge, de l'ICAC)
M. Isabel Panosa Domingo (UAB i ICAC)
Albert Pèlachs Mañosa (UAB)
Àfrica Pitarch i Martí (Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, CSIC)
Marta Prevosti i Monclús (ICAC)
Francesc Pujol Rusell
Ester Ramón Sariñena (MNAT)
Santiago Riera Mora (Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques, de la UB)
Gabriel Servera Vives (Geolab, Universitat Blaise Pascal, CNRS-UMR 6042, Llimotges)
Pau de Soto Cañameres (ICAC)
Kristian Strutt (Universitat de Southampton i Escola Britànica de Roma)
Sílvia Valenzuela Lamas (UB i Universitat de Lisboa)
Josep Vallverdú Poch (IPHES)
Marta de la Vega i Toro (empresa Rocs)
Josep M. Vergès Bosch (IPHES)

CNRS: Centre Nacional de la Recerca Científica (França)

CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques

ICAC: Institut Català d'Arqueologia Clàssica

IPHES: Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social

MNAT: Museu Nacional Arqueològic de Tarragona

UAB: Universitat Autònoma de Barcelona

UB: Universitat de Barcelona

UOC: Universitat Oberta de Catalunya

URV: Universitat Rovira i Virgili

SUMARI

Part I. Anàlisi de les restes arqueològiques	9
1. Metodologia de l'estudi del poblament. <i>M. Prevosti i J. Guitart</i>	11
2. Les prospeccions extensives	15
2.1. Les prospeccions dels jaciments. Plantejament metodològic. <i>J. Guitart i M. Prevosti</i>	15
2.2. Els materials ceràmics. <i>R. Jàrrrega</i>	27
3. Les prospeccions intensives	37
3.1. Prospeccions superficials sistemàtiques. <i>M. Prevosti i J. Abela</i>	37
3.2. L'aplicació de tecnologies SGDB, SIG i GPS en la planificació de les prospeccions. <i>H. A. Orengo, J. Abela, M. Prevosti i P. de Soto</i>	112
3.3. Els materials ceràmics. <i>R. Jàrrrega</i>	116
3.4. Anàlisi de la indústria lítica recuperada. <i>M. Fontanals.</i>	119
4. Les col·leccions. <i>R. Jàrrrega, L. Buffat, M. Prevosti i J. Abela</i>	123
5. Estudi dels materials.	141
5.1. Producció i importació de ceràmiques a l'ager <i>Tarraconensis</i> . Una aproximació a l'economia del Camp de Tarragona en època romana. <i>Ramon Jàrrrega i Josep Abela</i>	141
5.2. Analítiques. <i>A. Álvarez, A. Domènech, A. Gutiérrez i A. Pitarch</i>	207
5.2.1. Els materials lapidis procedents de la vil·la dels Antigons (Reus). <i>A. Álvarez, A. Gutiérrez i A. Pitarch</i>	207
5.2.2. Identificació d'un conjunt de marbres procedents del Mas d'en Toda (Riudoms). <i>A. Álvarez, A. Gutiérrez i A. Pitarch</i>	213
5.2.3. Anàlisi d'un conjunt de morters amb inscripció romana procedent de Molins Nous (Riudoms). <i>A. Álvarez, A. Domènech i A. Gutiérrez.</i>	214
5.2.4. Informe de l'anàlisi de quatre mostres. <i>A. Álvarez, A. Gutiérrez i A. Pitarch.</i>	216
Part II. Estudi de l'estructura i la dinàmica del poblament	221
6. Treballs de camp en jaciments	223
6.1. Memòria de les prospeccions geofísiques realitzades a l'ager <i>Tarragonensis</i> / Report on the Geophysical Survey in the Ager <i>Tarraconensis</i> . <i>K. Strutt, R. Fry, M. Prevosti i C. Carreras</i>	223
6.2. Excavacions al jaciment romà de Les Bassasses (Cambrils). <i>R. Jàrrrega.</i>	249
6.3. La intervenció arqueològica al jaciment de Molins Nous (Riudoms). <i>M. de la Vega.</i>	257
6.4. Inscripció ibèrica de Molins Nous (Riudoms). <i>M. I. Panosa</i>	266

7. La distribució territorial dels assentaments	271
7.1. L'aplicació del sistema d'informació geogràfica (SIG). <i>I. Fiz</i>	271
7.2. La visibilitat com a estudi del poblament de l' <i>ager Tarraconensis</i> . <i>I. Fiz</i>	296
7.3. La geologia i la fertilitat dels sòls en relació amb els establiments. <i>M. Prevosti</i> i <i>I. Fiz</i>	361
7.4. Classificació dels jaciments per grandàries. <i>M. Prevosti</i>	369
7.5. Estudi del poblament per períodes cronològics i per tipologies / A Study of the Population by Chronological Periods and Typologies. <i>J. López, M. Prevosti</i> i <i>I. Fiz</i> .	372
8. Els recursos econòmics	405
8.1. El sistema econòmic dels establiments de l' <i>ager Tarraconensis</i> . <i>M. Prevosti</i>	405
8.2. <i>Figlinae</i> tarraconenses. La producció ceràmica a l' <i>ager Tarraconensis</i> . <i>R. Járrega</i> i <i>M. Prevosti</i>	455
Annex. Nota sobre un nou segell ANT·VEN de la producció amfòrica de Mas d'en Corts (Reus, Baix Camp). <i>P. Berni</i>	490
8.3. La terrisseria romana del Mas d'en Corts (Reus). <i>I. Cabrelles</i> i <i>P. Gebellí</i>	496
8.4. La terrisseria romana de la Canaleta (Vila-seca). <i>P. Gebellí</i> i <i>R. Járrega</i>	547
8.5. Les antefixes de l' <i>ager Tarraconensis</i> . <i>J. López</i>	563

6. TREBALLS DE CAMP EN JACIMENTS

6.1. Memòria de les prospeccions geofísiques realitzades a l'ager *Tarraconensis*

Kristian Strutt, Rob Fry,
Marta Prevosti i Cèsar Carreras

6.1.1. Introducció

Entre el 15 i el 31 d'octubre del 2007, es va dur a terme una sèrie d'estudis geofísics a diversos jaciments de la demarcació de Tarragona, principalment a la zona de l'ager *Tarraconensis*. L'estudi es va efectuar per tal d'avaluar el caràcter de les restes arqueològiques de diversos jaciments romans, des d'una vil·la d'un estatus alt fins a restes de caire rural d'estatus més senzill. La tasca va anar a càrrec dels Serveis de Prospecció Arqueològica de Southampton (Archaeological Prospection Services of Southampton, APSS), a la Gran Bretanya, i de l'Escola Britànica de Roma (The British School at Rome, BSR), per encàrrec de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC).

6.1.1.1. Ubicació i rerefons

La reestructuració del paisatge al voltant de Tarragona es va dur a terme a partir de l'època republicana i s'hi va establir un sistema de centúries (fig. 1) (vegeu el capítol sobre les centuriacions de l'ager *Tarraconensis*, al volum primer, p. 121-154). A la costa veïna de Tàrraco s'hi van establir diverses vil·les i també cap a l'interior (Remolà 2002, 97 s.), entre elles la vil·la de Centcelles, que va estar ocupada des del segle II-I aC fins al segle V dC. Posteriorment una part de l'estructura es va transformar en un mausoleu, fet que va motivar la bona conservació de l'edifici (Hauschild 2002).

El poc coneixement dels patrons seguits pels assentaments rurals a la regió de l'ager *Tarraconensis* va motivar la realització d'un complet treball de camp entre el 1985 i el 1990, a càrrec d'un equip dirigit pel professor Simon Keay (Keay *et al.* 1995).

Més recentment, l'àrea occidental del Camp de Tarragona ha estat objecte del treball de camp dut a terme per l'ICAC en el marc del present projecte (PAT), amb l'objectiu d'avaluar la funció i l'evolució històrica dels establiments del rerepaís de Tàrraco i el paisatge del període comprès entre el 500 aC

6.1. Report on the Geophysical Survey in the Ager *Tarraconensis*

Kristian Strutt, Rob Fry,
Marta Prevosti and Cèsar Carreras

6.1.1. Introduction

Between 15th and 31st October 2007, a series of geophysical surveys was undertaken at different sites in the province of Tarragona, principally in the zone of the Ager *Tarraconensis*. The survey was conducted to assess the nature of the archaeological remains at a number of small Roman sites, ranging from a high status villa to lower status rural settlements. Work was undertaken by the Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS) and the British School at Rome (BSR) on behalf of the Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC).

6.1.1.1. Location and Background

Restructuring of the landscape around Tarragona occurred from Republican times onwards, and a system of centuriation was established in the Ager *Tarraconensis* (Fig. 1) (see vol. 1, p. 121-154). A number of villas were established on the coast around Tàrraco and in the hinterland (Remolà 2002, 97ff), including the villa at Centcelles, which was occupied from the 2nd-1st century BC to the 5th century AD. Later part of the structure was converted into a mausoleum a fact that has led to the building being well preserved (Hauschild 2002).

The scarcity of knowledge about the pattern of rural settlement in the region of the Ager *Tarraconensis* led to the undertaking of a major field survey between 1985 and 1990 by a team led by Prof. Simon Keay (Keay *et al.* 1995).

More recently the area to the west of de Camp de Tarragona has been the focus of a field survey that has been undertaken by the ICAC, with the present project, designed to consider the function and historical evolution of settlement in the hinterland of Tàrraco and the landscape for the period 500 BC to 714 AD. Fieldwork has concentrated mainly on intensive survey of specific settlements, and the more extensive fieldwalking of three survey transects in the area (*ibid.*



Figura 1. Mapa que mostra la zona de l'ager Tarraconensis, a ponent de Tarragona, i els principals jaciments prospectats.
 Figure 1. Map showing the area of the Ager Tarraconensis to the west of Tarragona, and the principal sites.

i el 714 dC. Els treballs de camp s'han concentrat principalment en un estudi intensiu de determinats establiments específics, i la inspecció de camp més extensiva de tres transsectes a l'àrea d'estudi (*ibid.*, 132). Els resultats d'aquest estudi han posat de manifest una sèrie d'assentaments romans sobre els quals es vol aprofundir en aspectes com el coneixement de la seva planta, per tal de poder-ne establir una tipologia. Es va decidir, tanmateix, que calia dedicar un estudi arqueològic més intensiu a cada assentament en concret.

6.1.1.2. Objectius de l'estudi

L'estudi geofísic dels jaciments de l'ager Tarraconensis es va iniciar amb l'objectiu d'avaluar el potencial arqueològic dels jaciments individuals que s'han descobert mitjançant el treball de camp superficial sistemàtic. S'esperava que l'estudi geofísic de cada indret facilités la cartografia dels dipòsits del subsòl i que donés una idea més clara del caràcter i l'abast complet dels dipòsits arqueològics situats a l'àrea. Durant la campanya de treball de camp es va replan-

132). The results of this survey have revealed a number of previously unknown Roman settlements in the area which we would like to study in greater depth such aspects as their layout in order to establish a typology. It was subsequently decided, however, that a more intensive approach to archaeological survey should be applied at individual sites.

6.1.1.2. Aims of the Survey

The geophysical survey of sites in the Ager Tarraconensis was initiated with the aim of assessing the archaeological potential of individual sites that had been discovered through systematic fieldwalking. It was hoped that the use of geophysical survey at each site would facilitate the mapping of sub-surface deposits and would give a clearer idea of the nature and full extent of archaeological deposits located in the area. A mixture of sites to survey was targeted during the field season to establish the effectiveness of the techniques and the nature of the archaeology at sites ranging from high status villas to small rural settlements.

tejar la combinació de jaciments a prospectar, per tal d'avaluar l'efectivitat de les tècniques i el caràcter dels jaciments, des de vil·les d'un estatus alt fins a petits establiments rurals.

En principi s'havia demanat permís per prospectar els jaciments que segueixen:

1. Els Antigons (Reus)
UTM: 31T0347010/4554954
Àrea: 15.000 m²
2. Mas del Rofes (Reus)
UTM: 31T0344212/4559463
Àrea: 26.600 m²
3. Mas dels Frares (Constantí)
UTM: 31T0348714/4556455
Àrea: 27.300 m²
4. Sant Llorenç (Constantí)
UTM: 31T0348512/4556384
Àrea: 9.360 m²
5. Vil·la de Centcelles (Constantí)
UTM: 31T351257/4557777
Àrea: 25.000 m²
6. Mas de Gomandí (Riudoms)
UTM: 31T0336815/4559845
Àrea: 28.000 m²
7. Molins Nous (Riudoms)
UTM: 31T0336500/4556150
Àrea: 9.360 m²
8. Les Bassasses (Cambrils)
UTM: 31T0334045/4550691
Àrea: 34.000 m²
9. Mas de la Pastora (Cambrils)
UTM: 31T0334814/4548301
Àrea: 9.100 m²
10. El Cap de Sant Pere (Cambrils)
UTM: 341439/4548916 (±5m)
Àrea: 4.000 m²

Per motius de característiques físiques del terreny, sols es van acabar considerant aptes per intervenir-hi els jaciments dels Antigons, Centcelles, Mas de Gomandí, les Bassasses i Mas de la Pastora, en els quals s'ha basat la nostra investigació.

6.1.2. Metodologia de l'estudi

6.1.2.1. Mètode d'estudi

Per a l'estudi geofísic de l'àrea de l'ager *Tarraconensis*, es va aplicar una estratègia integrada de tècniques geofísiques. Tenint present la geologia calcària de la zona i el caràcter dels dipòsits arqueològics a cada jaciment, es van aplicar tècniques de resistivitat i de magnetometria a tots els jaciments. Es va decidir que la resistivitat proporcionaria el procediment més efectiu i eficient per avaluar la forma i el caràcter dels dipòsits arqueològics arreu de l'àrea d'estudi (Clark 1996; Gaffney, Gater i Ovenden 2001; Gaffney i Gater 2003). El mètode fa servir una configuració de parelles de sondes, a

Initially, a series of permits were required to survey the following sites:

1. Els Antigons (Reus)
UTM: 31T0347010/4554954
Area: 15.000 m²
2. Mas del Rofes (Reus)
UTM: 31T0344212/4559463
Area: 26.600 m²
3. Mas dels Frares (Constantí)
UTM: 31T0348714/4556455
Area: 27.300 m²
4. Sant Llorenç (Constantí)
UTM: 31T0348512/4556384
Area: 9.360 m²
5. Vil·la de Centcelles (Constantí)
UTM: 31T351257/4557777
Area: 25.000 m²
6. Mas de Gomandí (Riudoms)
UTM: 31T0336815/4559845
Area: 28.000 m²
7. Molins Nous (Riudoms)
UTM: 31T0336500/4556150
Area: 9.360 m²
8. Les Bassasses (Cambrils)
UTM: 31T0334045/4550691
Area: 34.000 m²
9. Mas de la Pastora (Cambrils)
UTM: 31T0334814/4548301
Area: 9.100 m²
10. El Cap de Sant Pere (Cambrils)
UTM: 341439/4548916 (±5m)
Area: 4.000 m²

Due to the physical site features, some sites were rejected. Only the sites of Els Antigons, Centcelles, Mas de Gomandí, les Bassasses and Mas de la Pastora were considered suitable. Our research is based on those sites.

6.1.2. Survey Methodology

6.1.2.1. Survey Method

For the geophysical survey in the area of the Ager *Tarraconensis*, an integrated strategy of geophysical survey techniques was applied. Bearing in mind the limestone geology of the area and the nature of the archaeological deposits at each site, both magnetometry and resistivity were used at all the sites. It was decided that resistivity would provide the most effective and efficient mode for assessing the form and nature of archaeological deposits over the survey area (Clark 1996; Gaffney, Gater and Ovenden 2001; Gaffney and Gater 2003). The method uses a twin probe configuration to measure the resistance in the soil to an electrical current passed between the probes. Resistivity is most proficient at locating masonry remains, paved surfaces, bank material, ditches and other deposits where



Figura 2. Estudi magnetomètric efectuat als Antigons mitjançant un gradiòmetre de vàlvules de flux FM36 (foto: Rob Fry).

Figure 2. Magnetometer survey being conducted at Els Antigons using an FM36 fluxgate gradiometer (photo: Rob Fry).



Figura 3. Prospecció pel sistema de resistivitat efectuat a Centcelles mitjançant un mesurador de resistència RM15 (foto: Rob Fry).

Figure 3. Resistivity survey being undertaken at Centcelles using an RM15 resistance meter (photo: Rob Fry).

fi de mesurar la resistència al sòl d'un corrent elèctric que circula entre les sondes. La resistivitat dona més bon resultat per localitzar restes d'obra de maons, superfícies empedrades, materials de terraplenat, fossats i d'altres dipòsits en què es pot produir un canvi en les propietats d'humitat del sòl. La magnetometria es feia servir com a mètode d'estudi complementari, mitjançant un gradiòmetre del tipus de vàlvules de flux o *fluxgate*. Aquesta tècnica se serveix d'una configuració de sensors de flux per registrar les variacions i els canvis del camp magnètic terrestre induïts per material soterrat (Clark 1996; Scollar *et al.* 1990). En especial, es poden localitzar materials ferrosos i sotmesos a l'acció del foc, com ara llars de foc, forns, superfícies de carreteres, fossats, pous i murs.

6.1.2.2. Estratègia de l'estudi

Per a l'estudi geofísic, es va establir un sistema coordinat de graelles arbitràries a cada àrea d'estudi, amb

a change in soil moisture may occur. Magnetometry was used as a complementary survey method, with a fluxgate gradiometer being used for the purpose. This technique uses a configuration of fluxgate sensors to record the variations and changes in the earth's magnetic field caused by buried material (Clark 1996; Scollar *et al.* 1990). In particular ferrous and fired material, including hearths, kilns, road surfaces, pits and walls, can be located using this method.

6.1.2.2. Survey Strategy

For the geophysical survey, an arbitrary grid coordinate system was established across each survey area using a Leica TC 407 total station. A series of 30m by 30m grid squares was set out over each site to form the framework for the geophysical survey. Where visibility was obstructed by vegetation, for instance at Mas de la Pastora, 30m tapes were used to establish the survey grid.

una estació total Leica TC 407. Es van delimitar una sèrie de rectangles en graella o retícula de quadres de 30 m per 30 m, a cada jaciment, per crear el marc de treball per a l'estudi geofísic. En els casos en què la visibilitat quedava obstruïda per la vegetació, per exemple al Mas de la Pastora, es van estendre cintes de 30 m per crear la retícula d'estudi.

L'estudi de resistivitat es va dur a terme mitjançant un mesurador de resistència Geoscan Research RM15 i un marc de sondes mòbils PA5. L'estudi es va efectuar aplicant una configuració de sondes bessones. Els mesuraments es van prendre al llarg de línies travesseres separades entre elles 1 metre, i a intervals d'1 metre. Per a l'estudi magnetomètric, es va utilitzar un gradiòmetre de vàlvules de flux Fluxgate Geoscan Research FM36. Els mesuraments es van prendre en línies travesseres separades entre elles 1 metre, i a intervals de 0,5 metres, gràcies a un disparador automàtic.

Totes les dades es van processar amb el programa Geoplot 3.0. Les dades de resistivitat es van arrodonir, per eliminar les anomalies singulars de cada complex. Es van comprovar els angles de les graelles dins de cada combinació, per tal d'eliminar les diferències en el context de cada grup de dades. Es van aplicar filtres de pas ample i prim per filtrar les lectures de baixa i alta freqüència, respectivament. Finalment, les dades es van interpolar tant en les direccions de X com de Y. Les dades magnetomètriques van ser sotmeses a tractament per tal d'eliminar dels resultats de l'estudi les possibles distorsions causades per «agulles» d'acer. Així, es va aplicar una funció transversal de mitjana zero, per tal d'eliminar l'efecte de desviació causat per canvis del camp magnètic terrestre. Es va aplicar un filtre de pas ample per tal de filtrar anomalies d'alta freqüència. Les dades es van interpolar al llarg de l'eix nord-sud de cada complex, de manera que s'obtenia una resolució de 0,5 m, per complementar la resolució de 0,5 m al llarg de l'eix de les línies travesseres.

6.1.3. Resultats de l'estudi

En total, l'estudi geofísic va abastar unes 10 hectàrees, a cinc jaciments de l'ager *Tarraconensis*. Es van fer mesuraments a la vil·la romana de Centcelles, a la vil·la dels Antigons i a tres jaciments dels quals no es coneixen estructures: les Bassasses, el Mas de la Pastora i el Mas de Gomandí. A tots els jaciments s'hi va aplicar una estratègia integrada de magnetometria i resistivitat.

6.1.3.1. Centcelles

A Centcelles es van realitzar estudis de resistivitat en unes 2 hectàrees, aproximadament, complementades per 1 hectàrea de magnetometria, a l'àrea situada immediatament al sud de les restes conservades de la

The resistivity survey was carried out using a Geoscan Research RM15 resistance meter and a PA5 mobile probe frame. The survey was conducted using a standard twin probe configuration. Measurements were taken along traverses set 1m apart at 1m intervals. For the magnetometer survey a Geoscan Research FM36 fluxgate gradiometer was used. Measurements were taken on traverses 1m apart at 0.5m intervals using an automatic trigger.

All data were processed using Geoplot 3.0 software. Resistivity data were despiked to remove any single high anomalies across each composite. The grids within each composite were then edge-matched to remove any differences in the background of the data. High and low pass filters were then used to filter out low and high frequency readings respectively. Finally the data were interpolated in both the X and Y directions. The magnetometer data were manipulated to remove any distorting iron 'spikes' from the survey results. A zero mean traverse function was then applied to remove the effect of drift caused by changes in the Earth's magnetic field. A low pass filter was then used to filter out any high frequency anomalies. The data were also interpolated along the north-south axis of each composite, providing a 0.5m resolution to complement the 0.5m resolution along the axis of the traverses.

6.1.3. The Survey Results

In total some 10 hectares of geophysical survey were conducted at five sites in the Ager *Tarraconensis*. Survey was undertaken at the Roman villa of Centcelles, the villa site of Els Antigons, and at a further three potential sites at Les Bassasses, Mas de la Pastora and Mas de Gomandí. An integrated strategy of magnetometry and resistivity was applied at all the sites.

6.1.3.1. Centcelles

Approximately two hectares of resistivity survey was conducted at Centcelles, complemented by one hectare of magnetometry, in the area immediately to the south of the extant remains of the villa. Results of the resistivity (Figs. 4 and 5) indicate the extensive nature of the buried structural remains, parts of which had already been located in excavations by the Deutsches Institute (Hauschild 1965).

Immediately to the west of the extant remains of the 4th century villa, a number of high resistance rectilinear anomalies were located [r1], [r2] and [r3], all of which correspond to rooms of the villa originally excavated in the 1960s and then reburied. To the south, a linear feature is visible [r4] running west to east for a distance of 10m; this is matched by a similar anomaly further to the west [r5].

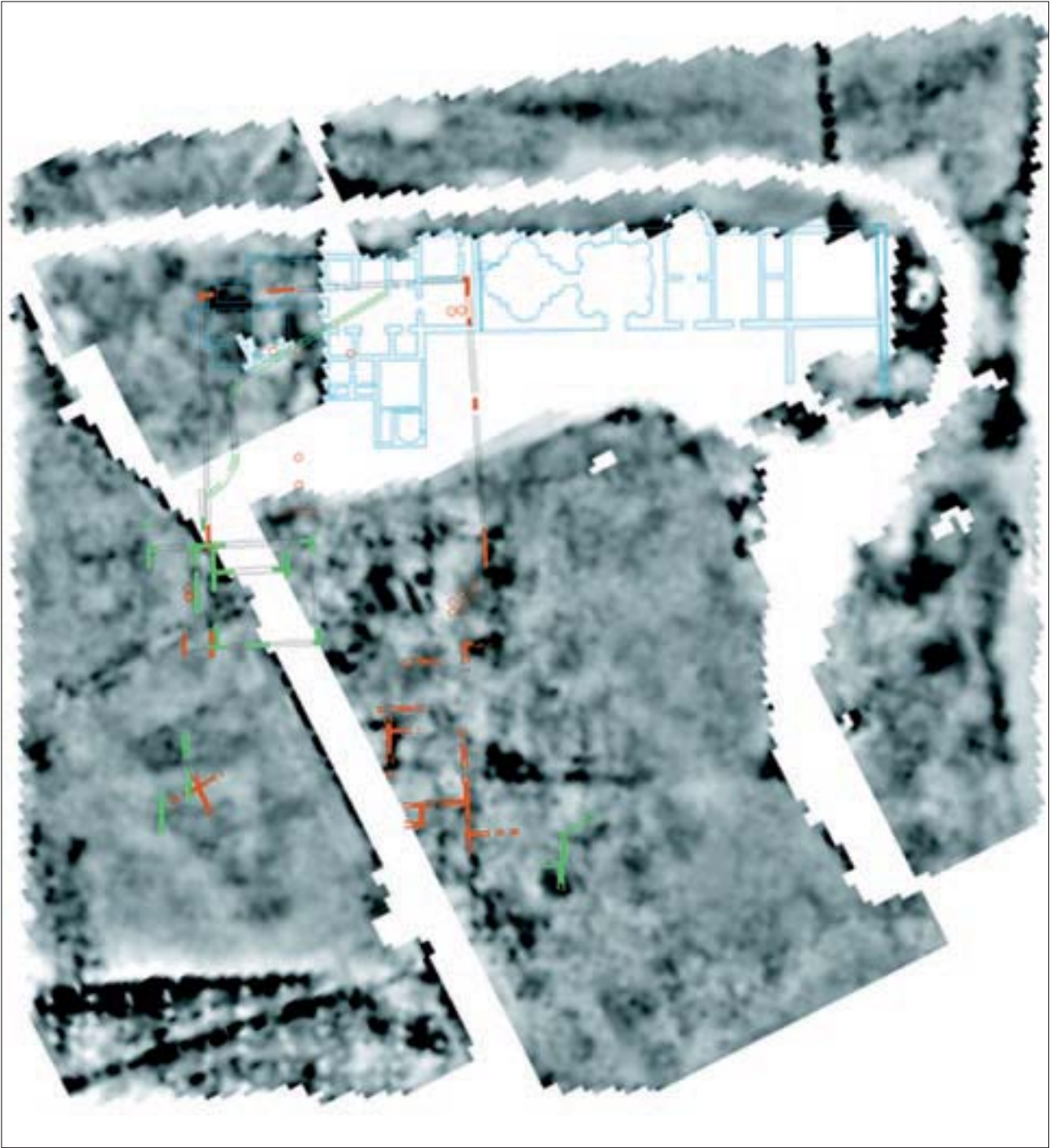


Figura 4. Imatge d'escala de grisos dels resultats de la prospecció pel sistema de la resistivitat dut a terme a Centcelles.
Figure 4. Greyscale image of the resistivity survey results from Centcelles.

vil·la. Els resultats de resistivitat (fig. 4 i 5) indiquen el caràcter extensiu de les restes estructurals soterrades, parts de les quals ja s'havien localitzat gràcies a excavacions de l'Institut Arqueològic Alemany (Deutsches Archäologisches Institut) (Hauschild 1965).

Immediatament a ponent de les restes existents de la vil·la del segle IV, es va localitzar una sèrie d'anomalies rectilínies d'alta resistència, [r1], [r2] i [r3], les quals corresponien a àmbits de la vil·la que es van excavar originàriament als anys 1960 i que després es van

In the area to the west of the excavated remains of the 3rd century villa, a continuation of the structures can be seen in the form of two distinct rectilinear features [r6] and [r7] situated adjacent to one another, each measuring 10m by 5m, with a number of adjoining high resistance linear anomalies leading off in different directions. Several linear features are also visible close to the area of the 1960s excavations [r8], giving a more complete idea of the plan of the villa in this area. This portion of the site is cut by two parallel

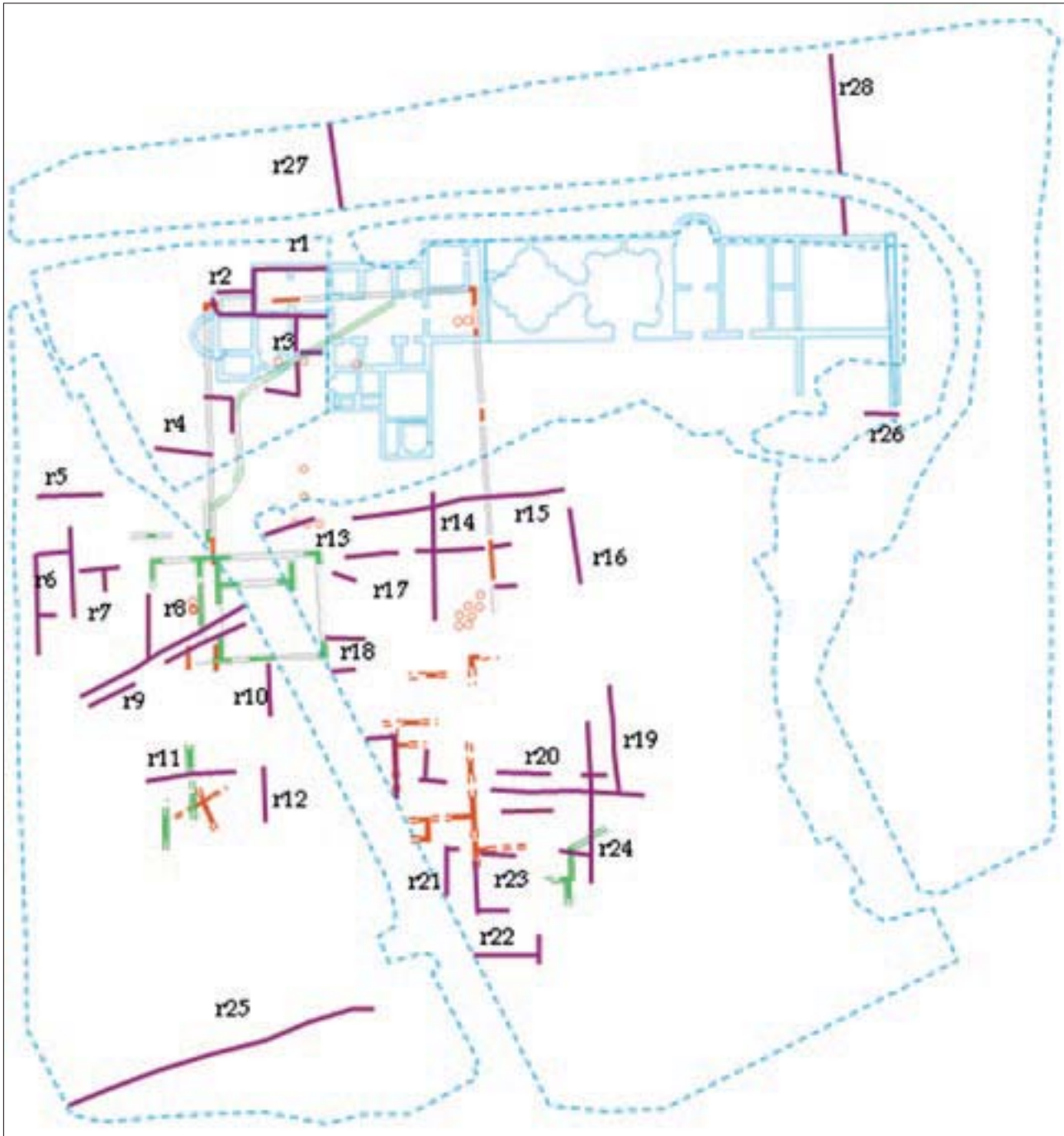


Figura 5. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de la prospecció pel sistema de la resistivitat efectuada a Centcelles.
Figure 5. Interpretation plot derived from the resistivity survey results from Centcelles.

recobrir novament. Al sud, hi ha una estructura lineal visible, [r4], que va d'est a oest durant una distància de 10 m, que es complementa amb una anomalia semblant situada més a l'oest, [r5].

A la zona situada a l'oest de les restes excavades de la vil·la del segle III (en verd, a la figura) es pot observar una continuació de les estructures, en forma de dos elements lineals definits, [r6] i [r7], situades l'una adjacent a l'altra, amb unes dimensions de 10 m per 5 m de costat cadascuna, amb una sèrie d'anomalies lineals d'alta resistència que apunten en diferents

high resistance linear features [r9], which mark the line of a modern channel. Immediately to the south, the continuation of the 3rd century structure is visible in the form of a high resistance linear anomaly [r10] and two high resistance linear features further to the south [r11] and [r12].

The central area of ground to the south of the late antique villa demonstrates the most concentrated series of features in the resistivity. Two roughly parallel linear features run from west to east [r13] crossing over a north-south linear anomaly [r14]. A single line

direccions. També són visibles diverses formacions lineals, prop de la zona de les excavacions dels anys seixanta, [r8], que proporcionen una idea més completa de la planta de la vil·la en aquesta zona. Aquesta part del jaciment està seccionada per dos elements lineals paral·lels d'alta resistència, [r9], que marquen el traçat d'un canal modern. Immediatament cap al sud, és visible la continuació de l'estructura del segle III, en forma d'una anomalia lineal d'alta resistència, [r10], i dos elements lineals d'alta resistència, més cap al sud: [r11] i [r12].

La zona central situada al sud de la vil·la tardoantiga mostra una sèrie d'elements més concentrats, a partir dels estudis de resistivitat. Dos elements lineals aproximadament paral·lels transcorren d'est a oest, [r13], i interseccionen amb una anomalia lineal que discorre de nord a sud, [r14]. A continuació, una sola línia discorre al llarg d'uns altres 15 m, [r15], abans de girar i adreçar-se cap al sud, [r16]. Sembla que tots aquests elements s'arregleren a les bandes nord i est d'una àrea oberta, [r17], que fa uns 20 m per 15 m, i queden tancats cap al sud per un element lineal curt, d'alta resistència, que s'estén més enllà de les restes de la vil·la del segle III, [r18]. Cap al sud, són visibles una segona concentració de restes estructurals, amb un element lineal de nord a sud, [r19], que marca el límit de les restes en direcció est, i una sèrie d'elements lineals paral·lels adjacents, [r20], a l'oest. Una altra anomalia lineal, [r21], discorre de nord a sud, amb un retorn, [r22], que discorre de l'oest cap a l'est i immediatament cap al sud i l'est. Aquests elements se situen entorn d'una àrea oberta, [r23], que fa 18 m per 12 m, delimitada a l'est per una altra anomalia lineal, [r24]. Cap al sud d'aquests elements no hi ha mostres que la vil·la continuï. Una zona d'alta resistència, [r25], sembla indicar una àrea de plantació moderna.

Es van trobar poques proves de restes estructurals immediatament al sud de la part oriental de la vil·la tardoromana. El retorn de la paret del costat sud d'una habitació és clarament visible, [r26], però no hi ha indicis de cap ala oriental de la vil·la tardana que hagués pogut tancar un gran pati. Dos elements lineals d'alta resistència, [r27] i [r28], cap al nord de la façana nord de la vil·la indiquen la pedra de feixes modernes.

Els resultats de l'estudi magnetomètric per a Centcelles van ser menys clars que els de l'estudi de resistivitat (fig. 6 i 7). Tot i així, són visibles algunes traces de restes estructurals a la part central del jaciment. Una sèrie d'anomalies negatives rectilínies, [m1], indiquen les restes excavades de la vil·la antiga tardana, a l'oest de les restes existents. Un cert nombre de grans màcules dipolars indiquen una zona de material força alterat al punt de reunió de dues traces modernes, [m2], que es prolonguen més enllà,

then continues for a further 15m [r15] before turning and running to the south [r16]. All these features appear to be ranged around the northern and eastern sides of an open area [r17] measuring some 20m by 15m and closed off to the south by a short high resistance linear feature extending out from the remains of the 3rd century villa [r18]. To the south, a second concentration of structural remains are visible, with a north-south linear feature [r19] marking the eastern extent of the remains, and a series of parallel linear features [r20] adjoining to the west. A further linear anomaly [r21] runs from north to south, with a return [r22] running from west to east immediately to the south and east. These features are situated around an open area [r23] measuring 18m by 12m, marked to the east by another linear anomaly [r24].

To the south of these features there is no evidence of the villa continuing. An area of high resistance [r25] appears to mark an area of modern plantation.

Scant evidence for structural remains could be found immediately to the south of the eastern portion of the late antique villa. The return of the south wall of one room is clearly visible [r26], but there is no sign of an eastern wing to the later villa that might have enclosed a large courtyard. Two high resistance linear features [r27] and [r28] to the north of the northern façade of the villa mark the stone of modern terracing.

The magnetometer survey results for Centcelles were less clear than those for the resistivity survey (Figs. 6 and 7). Some traces of structural remains were however visible in the central part of the site. A series of negative rectilinear anomalies [m1] marks the excavated remnants of the late antique villa to the west of the extant remains. A number of large dipolar maculae indicate a disturbed area of material at the meeting point of two modern tracks [m2] extending further to the southeast [m3], and to the east [m4] and [m5]. Similar features are situated across the central area of the site [m6] and [m7].

The main archaeological features in the magnetometer survey results are located further to the south. Two parallel negative linear features [m8] run for approximately 15m, sandwiching an area of positive magnetic deposits. A negative linear feature [m9] then runs to the east, and a rectilinear anomaly [m10] demarcates the position of a room measuring 20m by 18m. The remaining features to the south [m11], [m12], [m13] and [m14] are all dipolar maculae suggesting modern ferrous material close to the surface of modern ground level.

6.1.3.2. Els Antigons

The survey at Els Antigons was not particularly successful in locating any of the remains of the villa, as much of the area had been badly disturbed through

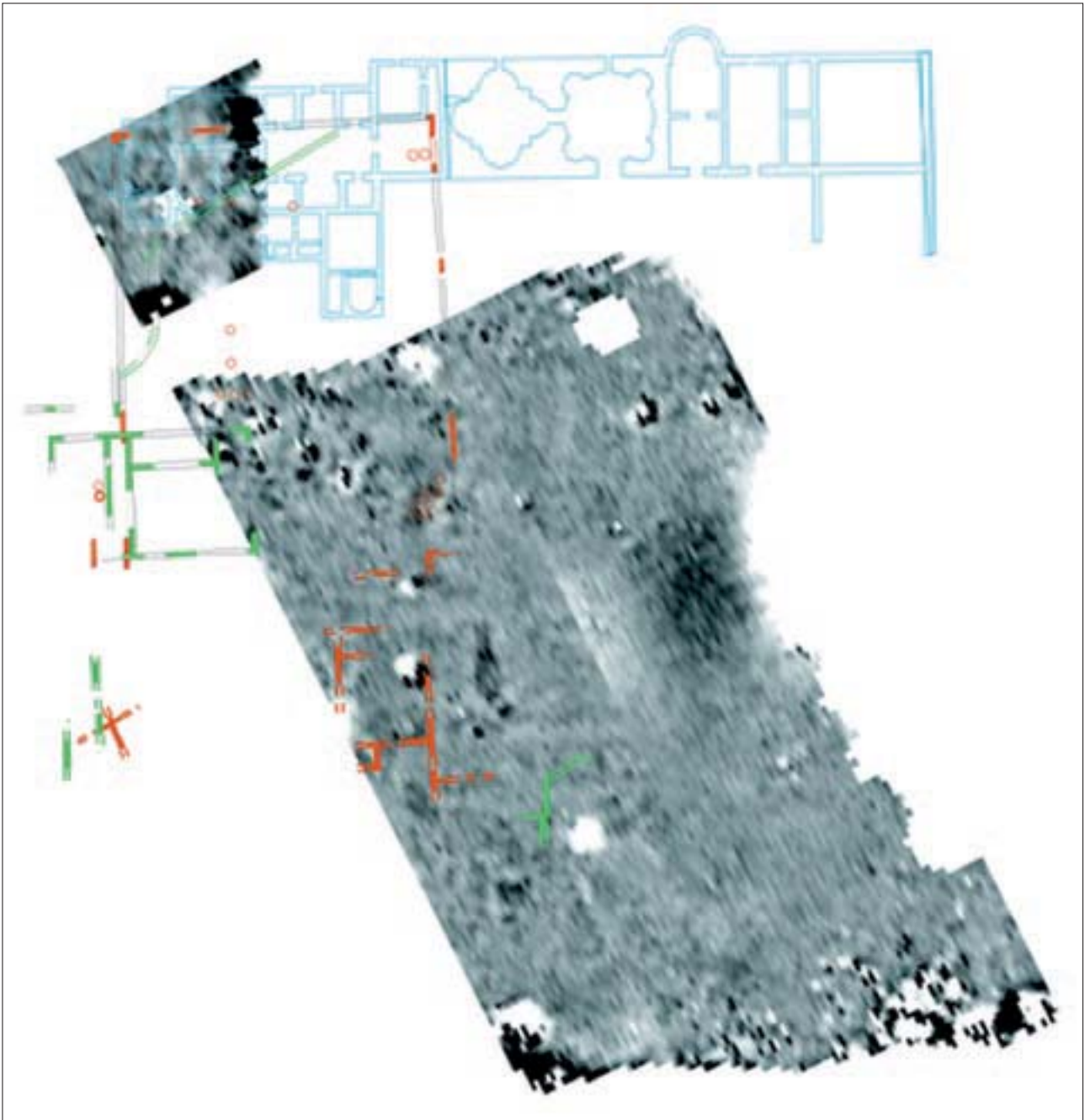


Figura 6. Imatge d'escala de grisos dels resultats de la prospecció magnetomètrica efectuada a Centcelles.
 Figure 6. Greyscale image of the magnetometer survey results from Centcelles.

cap al sud-est, [m3], i a l'est, [m4] i [m5]. Es troben elements semblants a tota l'àrea central del jaciment, [m6] i [m7].

Els principals elements arqueològics dels resultats de l'estudi magnetomètric es troben més al sud. Dos elements lineals negatius paral·lels, [m8], discorren al llarg d'aproximadament 15 m, i entremig delimiten una àrea de dipòsits magnètics positius. A continuació, un element lineal negatiu, [m9], discorre cap a l'est i una anomalia rectilínia, [m10], denota la posició d'una cambra de 20 m per 18 m. La resta d'elements cap al sud, [m11], [m12], [m13] i [m14], són tots mà-

building activity associated with a factory situated next to the site. Around one hectare of resistivity was carried out at the site, with 0.5 hectares of magnetometry. Results of the resistivity (Figs 8 and 9) show a number of features, mostly associated with modern disturbance across the area. A large high resistance anomaly [r1], measuring some 20m by 30m, obscures the western part of the survey area, and is probably caused by rubble infilling. A smaller high resistance feature [r2] suggests similar activity. Several low resistance maculae [r3] and [r4] may be associated with the villa site, but are more probably evidence

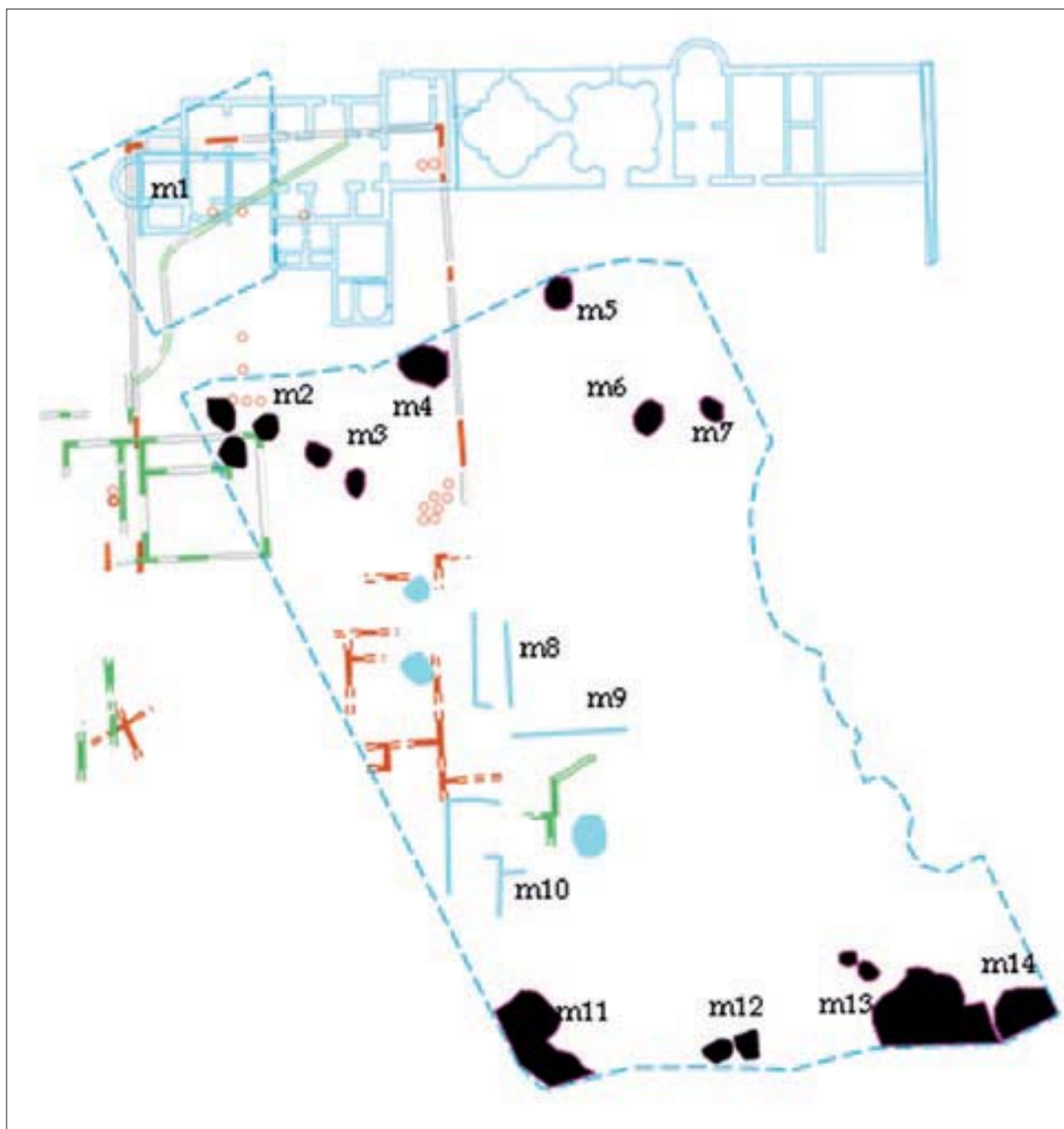


Figura 7. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de la prospecció magnetomètrica efectuada a Centcelles.
Figure 7. Interpretation plot derived from the magnetometer survey results from Centcelles.

cules dipolars que suggereixen l'existència de material ferri modern, prop de la superfície i al nivell modern del terra.

6.1.3.2. Els Antigons

L'estudi dels Antigons no ha donat gaires resultats de cara a localitzar cap resta de la vil·la, cosa que s'explica perquè una bona part de la zona ha estat alterada seriosament per l'activitat constructora al jaciment, relacionada amb una fàbrica propera. Es va analitzar la resistivitat d'aproximadament 1 hectàrea de la zona,

of changes in the soil matrix through redeposition of materials during building work. A number of low resistance linear anomalies [r5] are also situated along the eastern part of the survey area, running north to south. To the south of the modern track several low resistance maculae are visible [r6], and linear low [r7] and high [r8] resistance anomalies show the line of a modern water pipeline, which continues further to the east [r9].

The magnetometer survey results (Figs 10 and 11) also show little other than modern disturbance. The

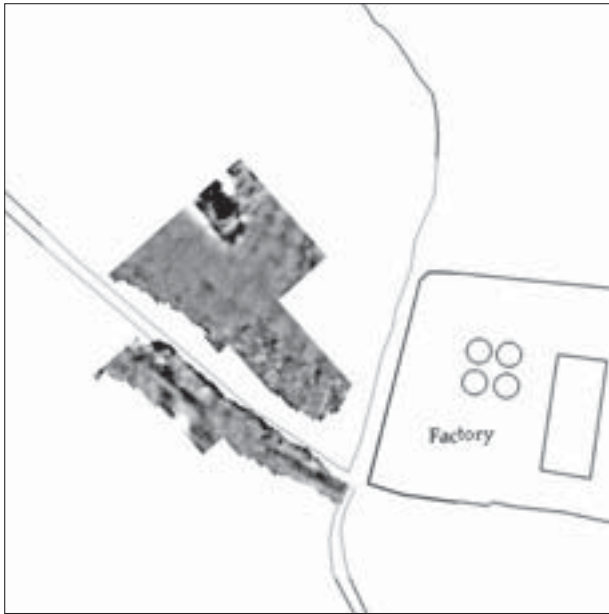


Figura 8. Imatge d'escala de grisos dels resultats de la prospecció per resistivitat duta a terme als Antigons.
Figure 8. Greyscale image of the resistivity survey results from Els Antigons.

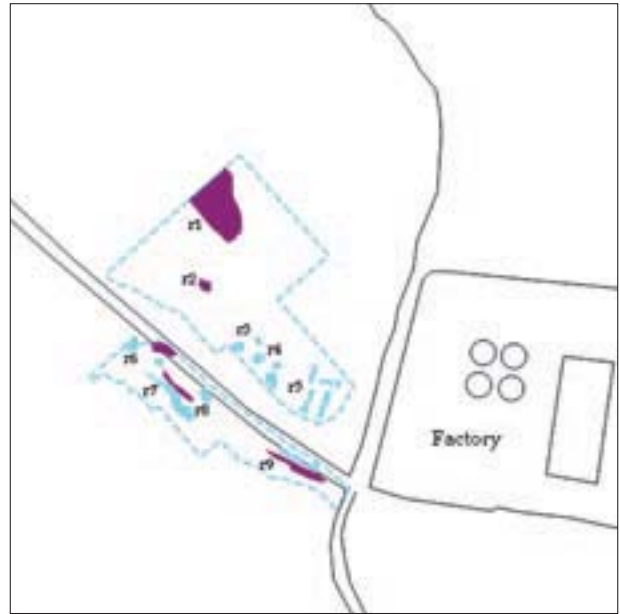


Figura 9. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de la prospecció per resistivitat efectuada als Antigons.
Figure 9. Interpretation plot derived from the resistivity survey results from Els Antigons.

amb 0,5 hectàrees de magnetometria. Els resultats de resistivitat (fig. 8 i 9) mostren una sèrie d'elements, relacionats principalment amb alteracions modernes del conjunt de la zona. Una extensa anomalia d'alta resistència, [r1], d'unes dimensions de 20 m per 30 m, enfosqueix la part occidental de l'àrea sotmesa a estudi, que segurament ha estat causada per rebliment amb runa. Un element més petit d'alta resistència, [r2], suggereix una activitat semblant. Diverses màcules de baixa resistència, [r3] i [r4], poden tenir relació amb el jaciment de la vil·la, però segurament són més aviat mostra de canvis en la matriu del sòl, a través de la redipositació de materials durant activitats de construcció. També hi ha diverses anomalies lineals de baixa resistència, [r5], situades al llarg de la part oriental de la zona estudiada, que discorren de nord a sud. Al sud de la pista moderna, són visibles diverses màcules de baixa resistència, [r6], mentre que unes anomalies lineals de baixa, [r7], i alta, [r8], resistència mostren la línia d'una moderna canonada d'aigua, que prossegueix cap a l'est, [r9].

Els resultats de l'estudi magnetomètric (fig. 10 i 11) tampoc no mostren gaire cosa més que alteracions modernes. La línia de la canonada d'aigua, [m1], es pot observar clarament cap al sud de la pista. Hi ha diverses agrupacions d'anomalies dipolars visibles al nord de la pista, [m2], [m3] i [m4], que en tots els casos representen materials ferrosos moderns, cosa que mostra el grau d'alteració del sòl. Més a l'est, només es troba representada una anomalia dipolar, [m5], que suggereix la localització d'un forn per a ceràmica.

line of the water pipeline [m1] can be clearly seen to the south of the track. Several spreads of dipolar anomalies are visible to the north of the track [m2], [m3] and [m4], all representing modern ferrous material, and demonstrating the degree to which the ground has been disturbed. Further to the east only one dipolar anomaly is represented [m5], suggesting the location of a pottery kiln.

6.1.3.3. Les Bassasses

One hectare of resistivity and one hectare of magnetometry were conducted at the site of Les Bassasses, over an area covering an open field and part of an olive grove. Both sets of results indicated the remains of a possible settlement. The resistivity survey results (Figs 12 and 13) present evidence for a substantial rectangular structure, measuring 40m by 12m, and consisting of three partitions. This feature is surrounded by ground on all sides with a lower resistance background. A broad line of high resistance readings runs immediately to the east of the structure, suggesting a bank or area of rubble. An area of lower resistance is also visible to the east, and there is a broad line of high resistance readings that runs from east to west for over 50m before turning south.

The area to the west of the structure also has a number of features present. A low resistance maculae measuring some 4m by 6m is visible immediately to the west of a modern water trough. A broad spread of low resistance readings run from north to south, marking the line of trees at the edge of the field. A

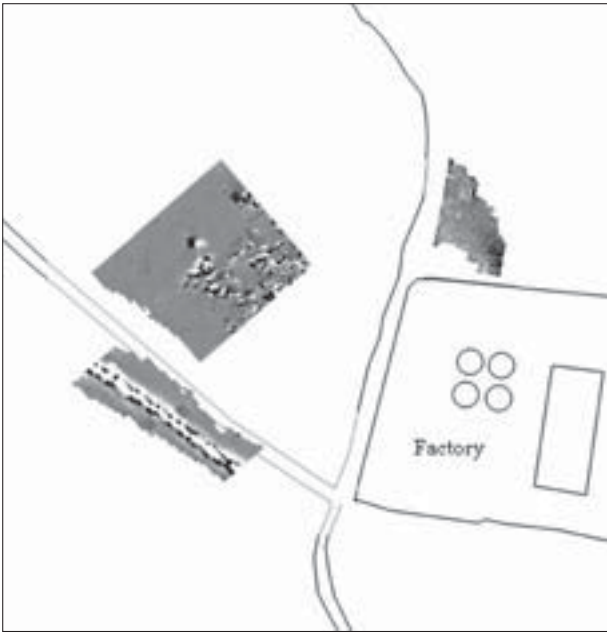


Figura 10. Imatge d'escala de grisos dels resultats de l'estudi magnetomètric efectuat als Antigons.
Figure 10. Greyscale image of the magnetometer survey results from Els Antigons.



Figura 11. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de l'estudi magnetomètric efectuat als Antigons.
Figure 11. Interpretation plot derived from the magnetometer survey results from Els Antigons.

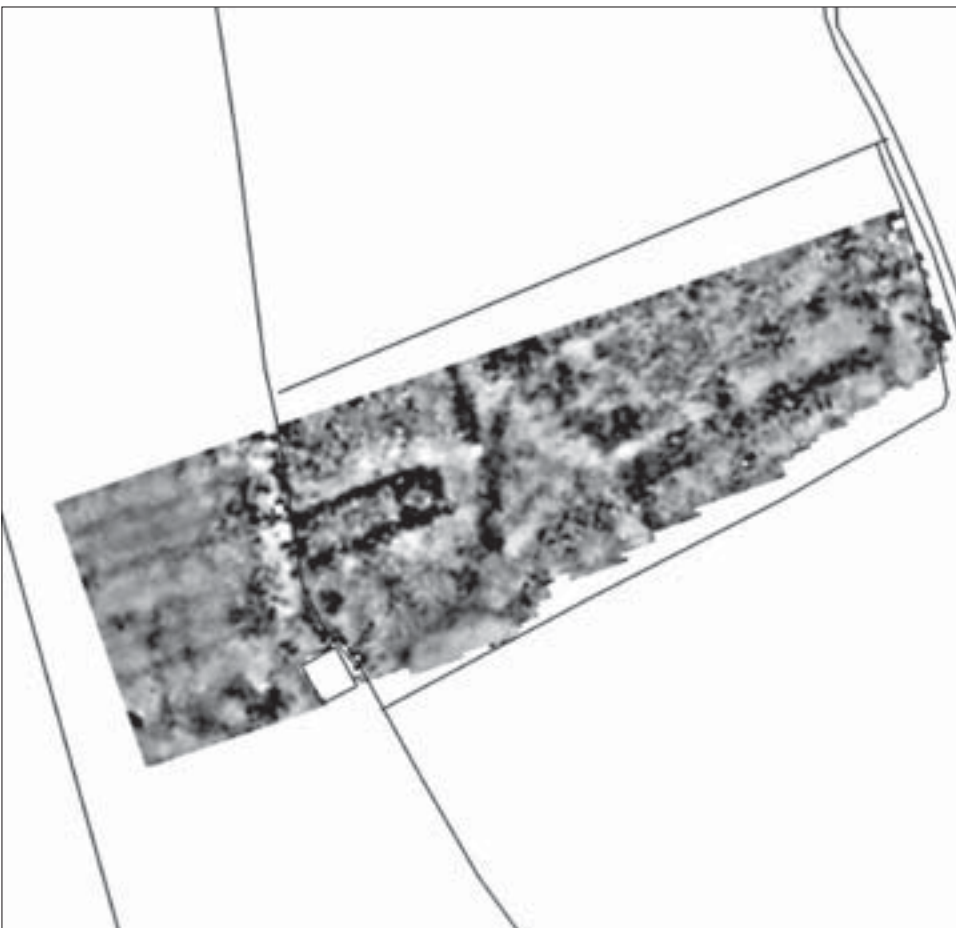


Figura 12. Imatge d'escala de grisos dels resultats de la prospecció per resistivitat efectuada a les Bassasses.
Figure 12. Greyscale image of the resistivity survey results from Les Bassasses.



Figura 13. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de la prospecció per resistivitat efectuada a les Bassasses.

Figure 13. Interpretation plot derived from the resistivity survey results from Les Bassasses.

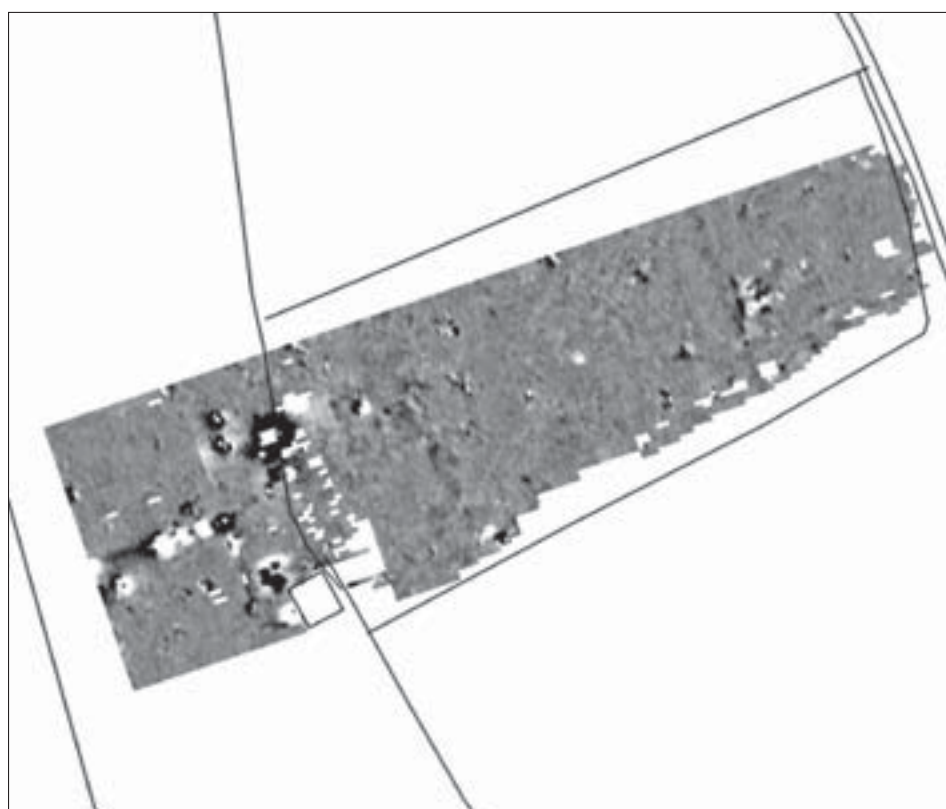


Figura 14. Imatge d'escala de grisos dels resultats de les prospeccions magnetomètriques efectuades a les Bassasses.

Figure 14. Greyscale image of the magnetometer survey results from Les Bassasses.

6.1.3.3. *Les Bassasses*

Es van estudiar 1 hectàrea de resistivitat i 1 hectàrea de magnetometria, al jaciment de les Bassasses, en una zona que cobreix un camp i part d'un oliverar. Tots dos grups de resultats indiquen les restes d'un possible assentament. Els resultats de l'estudi de resistivitat (fig. 12 i 13) presenten mostres d'una estructura rectangular substancial, que mesura 40 m per 12 m i consisteix en tres particions. Aquest element està envoltat, a banda i banda, de porcions de terreny amb un rerefons de menor resistència. Una sèrie de lectures d'alta resistència que discorre immediatament a l'est de l'estructura suggereix la riba d'una llera o una zona de rebliment de runes. Una altra zona de baixa resistència és visible a l'est, a més d'una línia ampla de lectures d'alta resistència, que discorre d'est a oest al llarg de més de 50 m, abans de girar cap al sud.

A la zona situada a l'oest de l'estructura també hi són presents diversos elements. Una màcula de baixa resistència, de 4 m per 6 m, és visible immediatament a l'oest d'una conducció moderna d'aigua. Una banda ampla de lectures de baixa resistència discorre de nord a sud i marca la renglera d'arbres situada al límit del

series of high resistance parallel anomalies run from west to east across the area showing the lines of olive trees in the grove.

The magnetometry showed fewer features than the resistivity (Figs 15 and 16), although a number of significant features were present in the results. A pattern of rectilinear negative anomalies shows faint traces of the structure so clearly visible in the resistivity survey, and a significant dipolar anomaly with a rectangular form is located to the west, suggesting the location of a possible kiln. Several more dipolar signals are visible in the results, one large area to the northwest of the structure and then others spreading north to south across the area. These latter may indicate the location of further kilns or fired material, but may be caused by redeposited kiln debris situated at the base of several olive trees.

Several negative maculae are also present, and most probably associated with the modern agricultural regime. A pattern of smaller dipolar features is present further to the east, with two anomalies to the north of the structure, three to the east, and one to the south. These may represent smaller hearths or redeposited fired material.

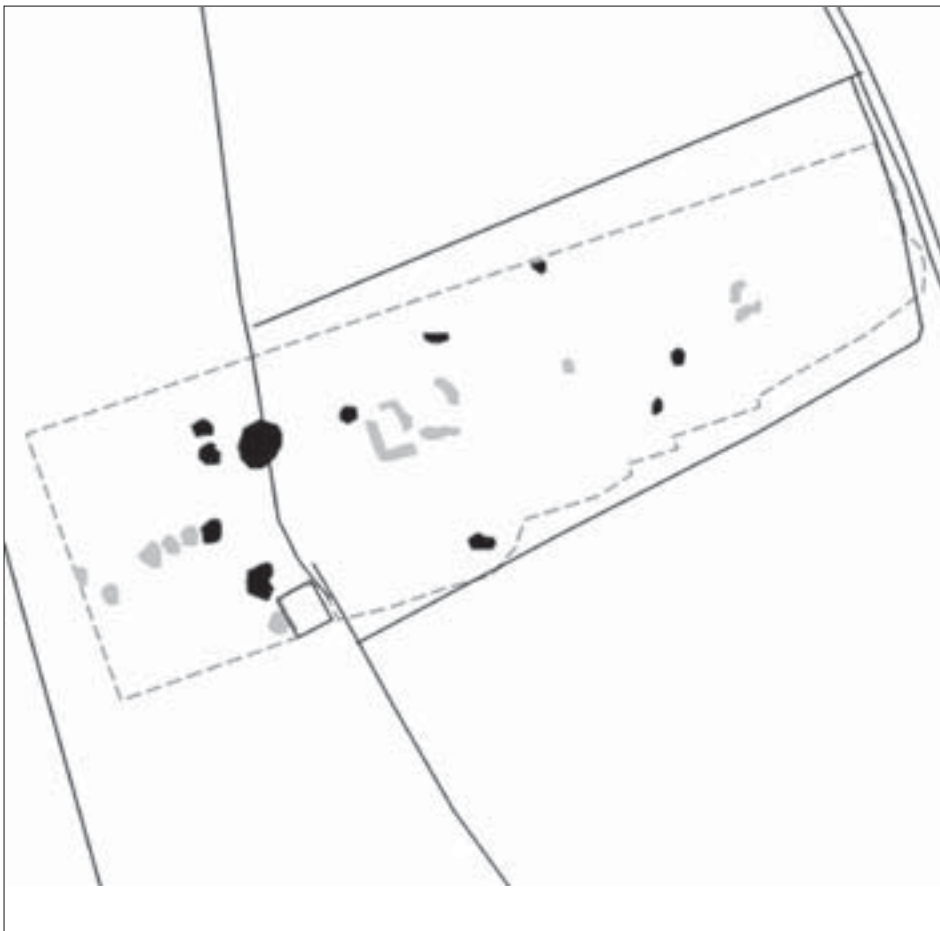


Figura 15. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de la prospecció magnetomètrica realitzada a les Bassasses.
Figure 15. Interpretation plot derived from the magnetometer survey of Les Bassasses.

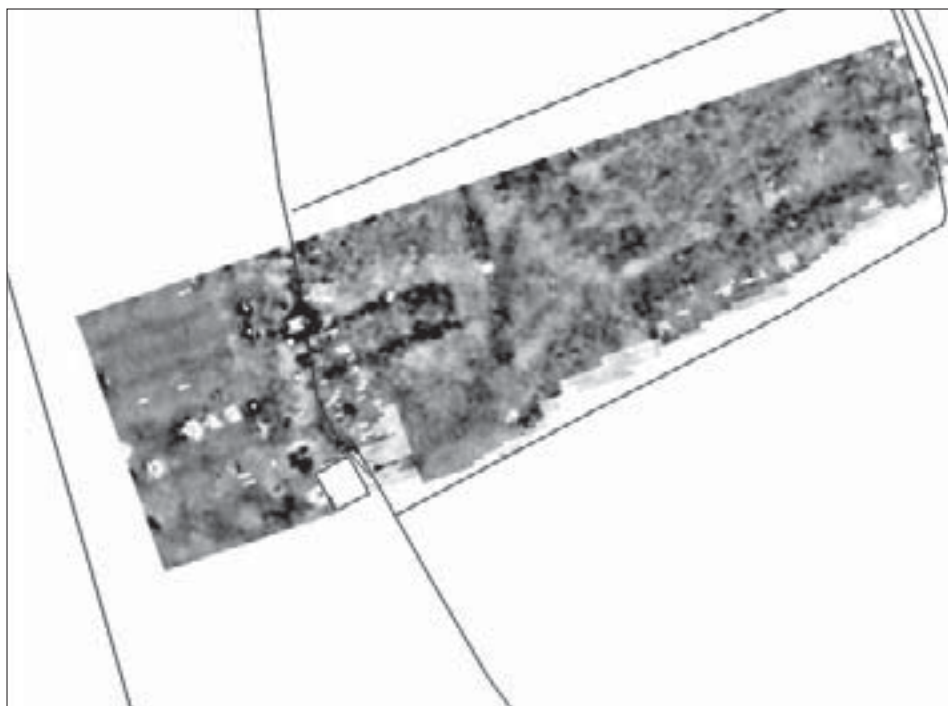


Figura 16. Imatge d'escala de grisos dels resultats, combinats, de les prospeccions magnetomètriques i de resistivitat efectuades a les Bassasses.

Figure 16. Greyscale image of the combined magnetometer and resistivity survey results from Les Bassasses.

camp. Una sèrie d'anomalies paral·leles d'alta resistència, que discorre d'oest a est per la zona, mostra les rengleres d'oliveres del camp.

La magnetometria va mostrar menys elements que la resistivitat (fig. 15 i 16), però als resultats hi eren presents diversos elements significatius. Un patró regular d'anomalies rectilínies negatives, mostren traces febles de l'estructura que ja es veu clarament visible a l'estudi de resistivitat, i també una significativa anomalia dipolar de forma rectangular situada a l'oest, que suggereix la ubicació d'un possible forn. Als resultats són visibles més senyals dipolars, una zona extensa al nord-oest de l'estructura, i també d'altres que s'estenen de nord a sud per l'àrea. Aquestes podrien indicar la situació de més forns o de material que ha rebut l'efecte del foc, però també podrien correspondre a restes de l'activitat d'un forn, redipositades a la base de diverses oliveres.

També hi són presents diverses màcules negatives, molt probablement associades a l'activitat agrícola moderna. Un patró regular d'elements dipolars més petits és present més cap a l'est, amb dues anomalies al nord de l'estructura, tres de les quals a l'est, i una al sud, que poden representar forns o llars de foc de menors dimensions o bé materials que han rebut l'efecte del foc i redipositats.

6.1.3.4. *Mas de la Pastora*

L'estudi dut a terme al Mas de la Pastora va identificar mostres d'alguns dipòsits arqueològics a la zona. Aproximadament 0,6 hectàrees es van sotmetre a estudis de resistivitat i magnetometria. Als de resistivitat (fig. 17 i 18), la zona mostra alteracions del sòl deri-

6.1.3.4. *Mas de la Pastora*

The survey at Mas de la Pastora did produce evidence for some archaeological deposits in the area. Approximately 0.6 hectares was conducted here in both resistivity and magnetometry. In the resistivity (Figs 17 and 18) the area is dominated by disturbance of the ground for the olive grove in the field. A row of low resistance maculae [r1] to [r2] marks the line of a series of olive trees, with similar parallel lines of maculae to the south [r3] to [r4], [r5] to [r6] and [r7] to [r8]. The area is also marked by bands of high resistance readings along the north of the field [r9] and [r10], and two areas of high resistance along the southeastern edge of the survey [r11] and [r12].

Very few features mark the results of the magnetometer survey (Figs 19 and 20). A series of maculaic features in the southeast corner of the survey area suggest archaeological material. A large positive feature [m1] marks the edge of the features, and two lines of maculae [m2], [m3] and [m4] suggest a pattern to the features, perhaps marking the western edge of a concentration of archaeological features that continue into the next field. One large feature [m5] in the northwestern corner of the area and a small dipolar anomaly [m6] along the south edge appear to be formed by modern disturbance.

6.1.3.5. *Mas de Gomandí*

Results from Mas de Gomandí suggested little evidence for the survival of archaeological remains, despite the quantity of ceramic material deposited across the site. Resistivity results (Figs 21 and 22)

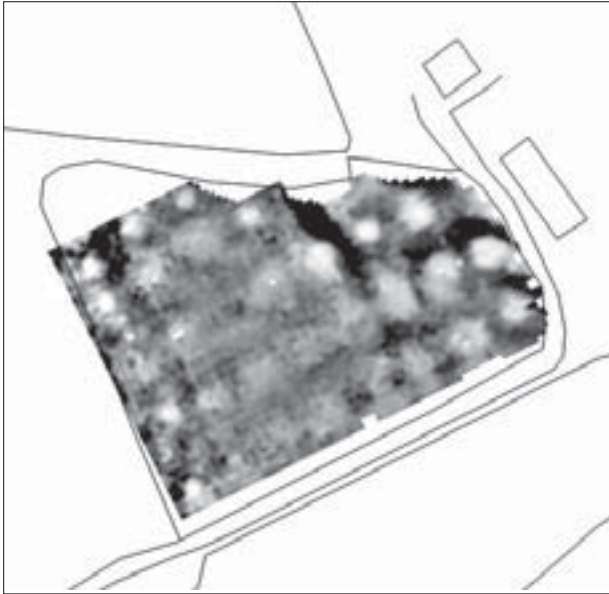


Figura 17. Imatge d'escala de grisos dels resultats de l'estudi de resistivitat dut a terme al Mas de la Pastora.
Figure 17. Greyscale image of the resistivity survey results from Mas de la Pastora.



Figura 18. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de l'estudi de resistivitat efectuat al Mas de la Pastora.
Figure 18. Interpretation plot derived from the resistivity survey results from Mas de la Pastora.

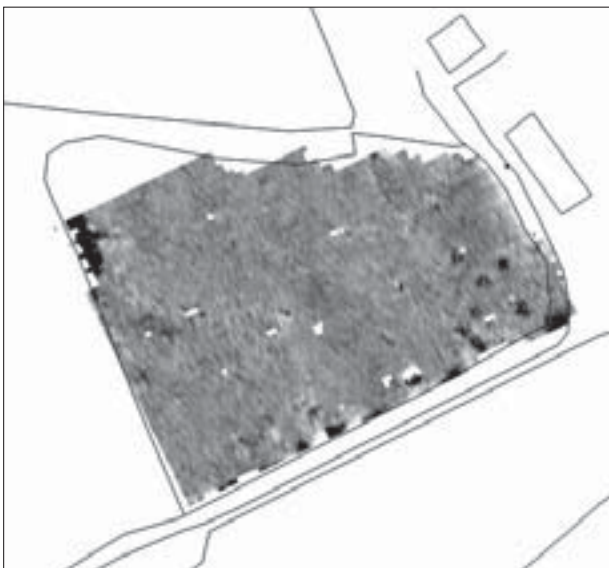


Figura 19. Imatge d'escala de grisos dels resultats de l'estudi magnetomètric efectuat al Mas de la Pastora.
Figure 19. Greyscale image of the magnetometer survey results from Mas de la Pastora.



Figura 20. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de l'estudi magnetomètric realitzat al Mas de la Pastora.
Figure 20. Interpretation plot derived from the magnetometer survey results from Mas de la Pastora.

vades del cultiu d'oliveres. Una renglera de màcules de baixa resistència *maculae*, [r1] a [r2], indica les línies d'una sèrie d'oliveres, amb línies paral·leles semblants de màcules al sud, [r3] a [r4], [r5] a [r6] i [r7] a [r8]. La zona també mostra marques de lectures d'alta resistència, al llarg del nord del camp, [r9] i [r10], i dues àrees d'alta resistència al llarg del límit sud-est de la zona d'estudi, [r11] i [r12].

indicate a high resistance linear feature [r1] cutting across the terrace towards the railway line, and a similar linear feature [r2] can be traced running back further to the north. A strong band of high resistance readings [r3] and [r4] run across the centre of the survey, marking the wall of the higher northern terrace. A band of broken low resistance measurements [r5], [r6] and [r7] curve across the lower ter-

Els resultats de l'estudi magnetomètric indiquen pocs elements (fig. 19 i 20). Una sèrie d'elements maculars a l'angle sud-est de l'àrea analitzada suggereix la presència de materials arqueològics. Un element positiu de grans dimensions, [m1], defineix el límit d'aquells elements i dues línies de màcules, [m2], [m3] i [m4], suggereixen que els elements segueixen un patró regular, que podria indicar el límit occidental d'una concentració d'elements arqueològics que continuarien cap al camp veí. Un element de gran extensió, [m5], a l'angle nord-oest de la zona, i una petita anomalia dipolar, [m6], al llarg del límit sud sembla que corresponen a alteracions modernes.

6.1.3.5. Mas de Gomandí

Els resultats del Mas de Gomandí suggereixen poques mostres de la pervivència de restes arqueològiques, malgrat la quantitat de material ceràmic dipositada arreu de l'indret. Els resultats de resistivitat (fig. 21 i 22) indiquen un element lineal, [r1], que secciona la terrassa, en direcció a la línia de ferrocarril, i es pot traçar un element lineal semblant d'alta resistència, [r2], que continua cap al nord. Una marcada cinta de lectures d'alta resistència, [r3] i [r4], discorre pel centre de la zona d'estudi i defineix el mur de la terrassa nord, més alta. Una línia discontinua de mesuraments de baixa resistència, [r5], [r6] i [r7], forma una corba a través de la terrassa inferior, cap al sud, i apunta cap a una interrupció de la paret de la terrassa, cosa que suggereix la línia d'un camí antic. A la terrassa superi-

race to the south, aiming for a break in the terrace wall, suggesting the line of an old track. On the upper terrace, four bands of high resistance readings [r8], [r9], [r10] and [r11] indicate the lines of carob trees present across the site. An area of high resistance measurements [r12] is also indicated at the upper corner of the terrace.

The results of the magnetometer survey (Figs 23 and 24) also show scant evidence of the remains of ancient settlement. The western edge of the survey is marked by a band of dipolar measurements [m1] and [m2] caused by the close proximity of the railway lines immediately to the west of the survey area. The northern terrace is marked by a linear negative feature [m3] running for a distance of over 40m, caused by a wall and a step in the terrace running from north to south. A similar linear feature [m4] marks the line of the feature noted in the resistivity. A large area of negative readings [m5] marks the central terrace division. A number of dipolar maculae [m6] and [m7] are located along the eastern edge of the survey area, and in the southern portion of the area [m8]. All suggest the presence of modern ferrous material.

6.1.4. Discussion

Results of the geophysical survey at the five sites in the Ager Tarraconensis show that the techniques were moderately successful in locating archaeological

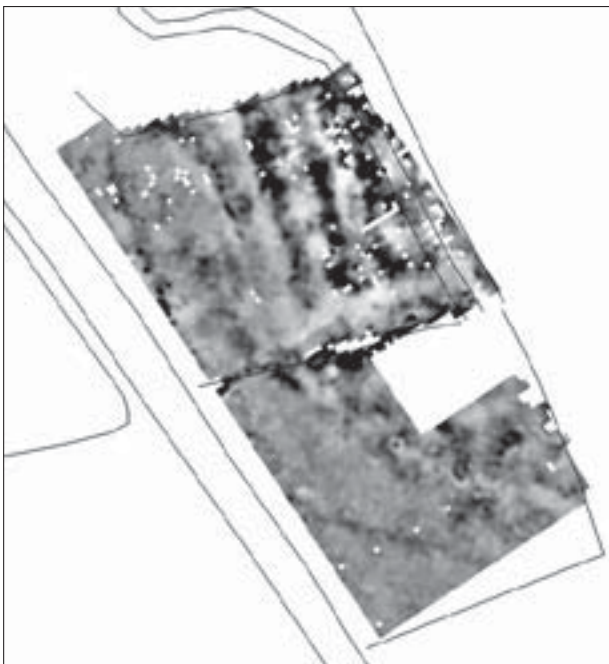


Figura 21. Imatge d'escala de grisos dels resultats de l'estudi de resistivitat dut a terme al Mas de Gomandí.
Figure 21. Greyscale image of the resistivity survey results from Mas de Gomandí.

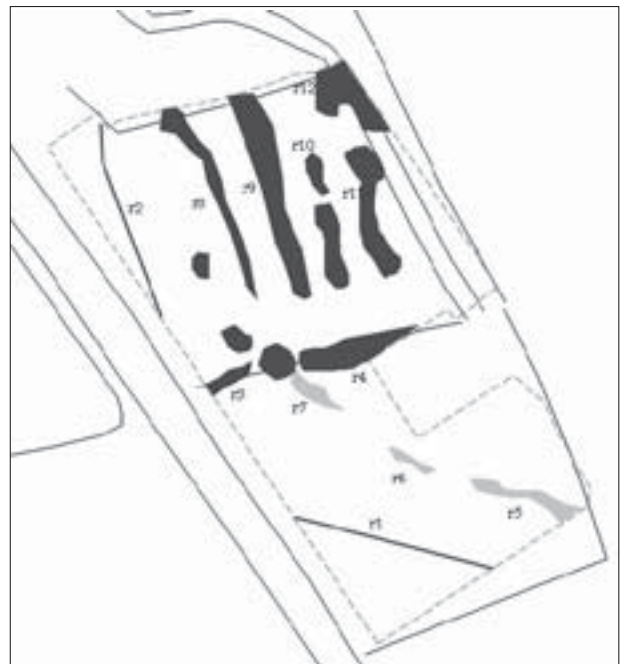


Figura 22. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de l'estudi de resistivitat efectuat al Mas de Gomandí.
Figure 22. Interpretation plot derived from the resistivity survey results from Mas de Gomandí.

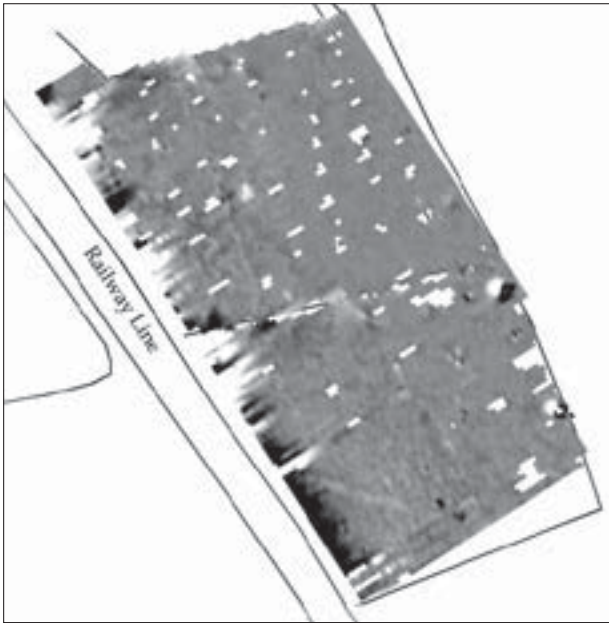


Figura 23. Imatge d'escala de grisos dels resultats de l'estudi magnetomètric efectuat al Mas de Gomandí.
Figure 23. Greyscale image of the magnetometer survey results from Mas de Gomandí.

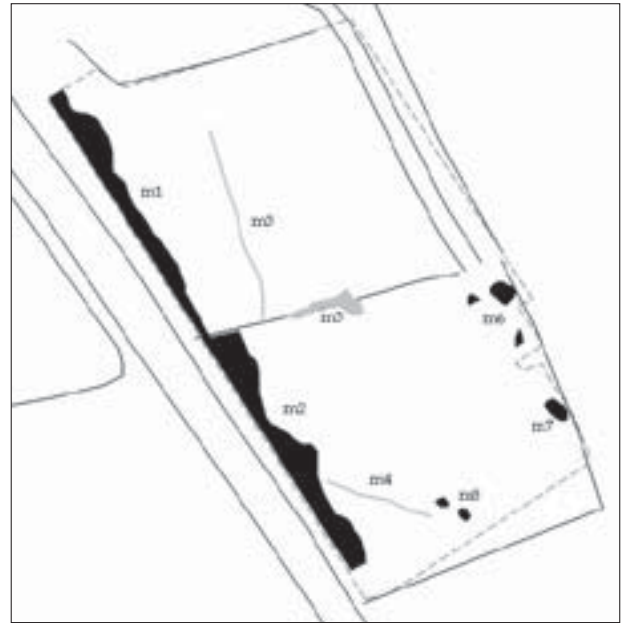


Figura 24. Diagrama d'interpretació derivat dels resultats de l'estudi magnetomètric realitzat al Mas de Gomandí.
Figure 24. Interpretation plot derived from the magnetometer survey results from Mas de Gomandí.

or, quatre línies de lectures d'alta resistència, [r8], [r9], [r10] i [r11], indiquen les línies de garrofers presents a l'indret. També es detecta una zona de mesuraments d'alta resistència, [r12], a l'angle superior d'aquesta terrassa.

Els resultats de l'estudi magnetomètric (fig. 23 i 24) també ofereixen poques mostres de restes d'establiments antics. El límit occidental de la zona d'estudi està marcat per una cinta de mesuraments dipolars, [m1] i [m2], originats per la proximitat de la línia fèrria, immediatament a l'oest de l'àrea d'estudi. La terrassa nord està marcada per un element negatiu lineal, [m3], que discorre al llarg d'una distància de més de 40 m, que correspon a un mur, i per un graó a la terrassa que va de nord a sud. Un element lineal semblant, [m4], marca la línia de l'element destacat per la resistivitat. Una àrea extensa de lectures negatives, [m5], marca la divisió de la terrassa central. Diverses màcules dipolars, [m6] i [m7], se situen al llarg del límit oriental de l'àrea d'estudi i a la part sud de l'àrea, [m8]. Totes suggereixen la presència de material ferri modern.

6.1.4. Discussió

Els resultats de l'estudi geofísic a les cinc ubicacions analitzades de l'ager *Tarraconensis* mostren que les tècniques han tingut un èxit moderat, a l'hora de localitzar restes arqueològiques. Diversos factors han limitat l'obtenció de resultats, principalment el caràcter reduït de les dimensions de moltes de les zones susceptibles

remains. A number of factors have limited the success of the results, most importantly the small size of many of the areas that were available to survey, and the nature of the archaeological materials at each site. The integrated strategy used for the survey, combining magnetometry with resistivity, did result in a variety of related features being located at different sites that would otherwise not have been revealed through the application of any one individual geophysical technique.

The survey at Centcelles provided the most fascinating set of results from all the sites. It is apparent from the results that the villa complex extended for a good distance southwards of the principal extant remains. A comparison with a plan of the excavated remains at the site (Hauschild 1965; Hauschild 2002, 52) allows a number of possible concentrations of habitation to be proposed (Fig. 25). There is possibly a concentration of structures in the southern area of the site associated with the earliest phase of the villa, and a courtyard extending north. The second, 3rd-century, phase of the villa is situated to the west, with the later phase to the north. From the geophysics there is no evidence to suggest an eastern wing to the last phase of the villa enclosing a large courtyard.

The survey at Las Bassasses also successfully located structural remains of probable Roman origin. The large building in the geophysics survey results appears to be Roman in date, especially considering the quantity of ceramic material littered across the site.

d'estudi, i també les característiques dels materials arqueològics de cada indret. L'estratègia integrada utilitzada a l'estudi, que combina la magnetometria amb la resistivitat, va aconseguir localitzar diversos elements relacionats amb diferents jaciments, que altrament no s'haurien posat de manifest si només s'hi hagués aplicat individualment una sola tècnica geofísica.

L'estudi dut a terme a Centcelles va proporcionar el conjunt de resultats més destacable de totes les localitzacions estudiades. Sembla evident, a partir dels resultats, que el complex de la vil·la s'estenia fins a una notable distància, cap al sud de l'extensió ocupada per les restes principals. La comparació amb un plànol de les restes excavades d'aquest jaciment (Hauschild 1965; 2002, 52) permet proposar l'existència d'una sèrie de possibles concentracions d'habitaçes (fig. 25). Probablement hi ha una concentració d'estructures a la zona sud del jaciment, relacionada amb la fase més primerenca de la vil·la, i un pati que s'estén en direcció nord. La segona fase de la vil·la, del segle III, es troba a l'oest, i l'última fase se situa al nord. L'estudi geofísic no dona mostres que permetin suggerir la presència d'una ala oriental de l'última fase de la vil·la i que tanqués un ampli pati.

L'estudi dut a terme a les Bassasses també ha donat com a resultat la localització de restes estructurals de probable origen romà. El gran edifici identificat en prospecció geofísica sembla d'època romana, especialment si es té en compte la quantitat de material ceràmic escampat per l'indret. Sembla que l'edifici és un gran magatzem o una estructura de granja, i és se-

The building seems to be a large warehouse or farm structure, and it is enclosed certainly from the east by a bank and possibly a ditch. Bearing in mind the centuriation that criss-crosses the landscape in this area, the settlement probably fits in some way into the pattern of land division, and some of the broader high resistance bands of readings to the east may relate to this. Evidence for production at the site comes in the form of a rectangular dipolar anomaly to the west of the building [m3], together with some less feasible anomalies [m4] and [m7] that suggest the presence of brick kilns or similar features.

The results from Mas de la Pastora also suggest the presence of a small site, again possibly relating to agricultural activity. The series of dipolar features [m1] to [m4] in the southeastern part of the area indicate a number of large pits or kilns. It may be beneficial in the future to extend the survey at this site further to the southeast.

Results from both Mas de Gomandí and Els Antigons were disappointing. The paucity of archaeological material in the results for these sites is predominantly due to the amount of disturbance that has occurred. At Els Antigons, a large factory was built to the east of the site that resulted in a rescue excavation conducted in 1979 (Koppel 2005; Massó 2003). The disturbance of the ground to the north of the track is evident in the survey results, and it masked any archaeological material that may be present, burying it under building rubble, soil and ferrous material. It is conceivable that a wider probe array could be used with resistivity

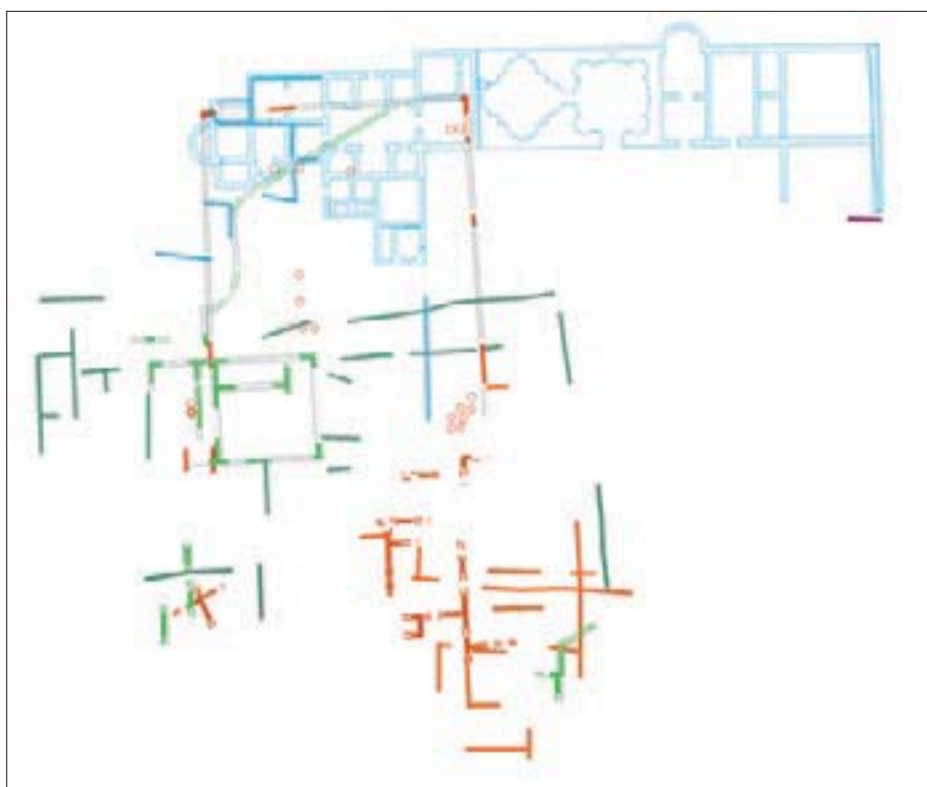


Figura 25. Plànol bàsic de fases basat en els plànols d'excavació de Centcelles. Suggereix possibles concentracions d'establiments per fases, a partir dels resultats de les prospeccions geofísiques.

Figure 25. Basic phase plan based on the excavation plans from Centcelles, suggesting possible concentrations of settlement by phase derived from the geophysical survey results.

gur que a l'est quedava tancat per la riba d'un curs d'aigua i possiblement una conducció d'aigua. Tenint en compte la centuriació que travessa el paisatge en aquesta zona, es tracta d'un establiment que probablement encaixa d'alguna manera en l'habitual divisió de la terra; de fet, algunes de les bandes de lectures d'alta resistència situades a l'est hi podrien estar relacionades. Les mostres de producció d'aquest jaciment adopten la forma d'una anomalia dipolar rectangular situada a l'oest de l'edifici, [m3], juntament amb anomalies menys marcades, [m4] i [m7], que suggereixen la presència de forns de maó o elements semblants.

Els resultats del Mas de la Pastora també suggereixen la presència d'un petit establiment, també relacionat, probablement, amb l'activitat agrícola. La sèrie d'elements dipolars [m1] a [m4], a la part oriental de la zona, indica uns quants grans pous o forns. Pot ser aconsellable, més endavant, ampliar l'estudi d'aquest indret més cap al sud-est.

Els resultats tant del Mas de Gomandí com dels Antigons van ser decebedors. L'escassetat de material arqueològic d'aquests indrets es deu principalment a l'alt grau d'alteració que hi ha tingut lloc. Als Antigons es va edificar una gran fàbrica, que va motivar una excavació d'urgència el 1979 (Koppel 2005; Massó 2003). L'alteració del terreny al nord de la pista és evident, als resultats de l'estudi, i ha emmascarat tots els materials arqueològics que hi puguin ser presents, colgats sota la runa de construcció, terra i material ferri. És factible dur-hi a terme un estudi de resistivitat amb sondes, a més fondària, per tal de localitzar possibles restes arqueològiques. L'indret del Mas de Gomandí va oferir algunes mostres de possibles restes arqueològiques, amb els llargs elements d'alta resistència [r1] i [r2], possibles murs, que discorren tangencialment al límit modern del camp. El tall que suposa la línia fèrria i l'erosió del sòl ha reduït de manera significativa la visibilitat de material arqueològic soterrat. A la superfície hi és visible una gran quantitat de material ceràmic, però aquest fet no queda reflectit als resultats de l'estudi geofísic.

6.1.5. Conclusions

L'estudi geofísic de diverses ubicacions de l'*ager Tarraconensis* ha donat resultat pel que fa a identificar elements soterrats a diversos indrets del paisatge. Els resultats han estat especialment satisfactoris gràcies a l'ús d'una metodologia integrada que va prendre en consideració la geologia de la zona i les característiques de l'arqueologia. Es van localitzar i cartografiar grans extensions de les restes de la vil·la de Centcelles, juntament amb establiments rurals a les Bassasses i al Mas de la Pastora. Els resultats de l'estudi van ser de menys entitat en dos dels assentaments més sotmesos a alteracions: els Antigons i el Mas de Gomandí.

to prospect at a greater depth and therefore find any potential archaeological remains. The site at Mas de Gomandí showed some evidence of possible archaeological remains, with the long high resistance features [r1] and [r2], possible walls, running at a tangent to the modern field boundary alignment. The cutting of the railway line and erosion of the soil has significantly reduced the visibility of buried archaeological material. A large quantity of ceramic material is visible on the surface, but this is not reflected in the geophysical survey results.

6.1.5. Conclusions

The geophysical survey at sites in the Ager Tarraconensis was successful in identifying sub-surface features at a number of places in the landscape. Results were particularly successful due to the use of an integrated methodology that took into consideration the geology of the area and the nature of the archaeology. Extensive remains of the villa at Centcelles were located and mapped, together with rural sites at Las Bassasses and Mas de la Pastora. The survey results were of limited value at two of the more badly disturbed sites, Els Antigons and Mas de Gomandí.

6.1.6. Recommendations

The geophysical survey at the sites in the Ager Tarraconensis was moderately successful in locating and mapping the extent of the archaeological deposits located at each site. It is recommended that in future resistivity and magnetometry are both used to continue to survey the landscape around Tarragona, in order to map the extent of any archaeological sites.

It is recommended that the results of the survey should be verified through the use of excavation, utilising the results of the geophysics to allow small-scale targeted excavation to take place over any features that would fulfil a research interest in any of the structures or deposits found at the sites.

Acknowledgments

The geophysical survey in the Ager Tarraconensis was conducted by the Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS) and the British School at Rome (BSR) on behalf of the Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Warm thanks are extended to the director of the Institute for commissioning the survey. The advice and assistance of Marta Prevosti and Cèsar Carreras Montfort was indispensable for the smooth operation of the field survey.

Considerable advice and assistance was provided by members of staff from the British School at Rome

6.1.6. Recomanacions

L'estudi geofísic als assentaments de l'*ager Tarraco-nensis* va donar un resultat moderat en la localització i cartografia de l'abast dels dipòsits arqueològics situats a cada assentament. Es recomana que, en futurs treballs, es recorri a tècniques de resistivitat i de magnetometria per continuar l'estudi del paisatge dels entorns de Tarragona, per tal de cartografiar l'extensió de qualsevol assentament arqueològic.

Es recomana que els resultats de l'estudi es verifiquin amb l'ús d'excavacions, fent servir els resultats de l'estudi geofísic per orientar excavacions de petita escala i centrades en punts concrets d'aquells elements que tinguin interès per a la recerca, a qualsevol de les estructures o dipòsits descoberts als assentaments.

Agraïments

L'estudi geofísic de l'*ager Tarraconensis* va anar a càrrec dels Serveis de Prospecció Arqueològica de Southampton (Archaeological Prospection Services of Southampton, APSS), a la Gran Bretanya, i de l'Escola Britànica de Roma (The British School at Rome, BSR), per encàrrec de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC).

Volem agrair a la directora de l'Institut el fet d'encarregar l'estudi. L'assessorament i l'ajuda de Marta Prevosti i de Cèsar Carreras Montfort van ser indispensables per al bon desenvolupament de l'estudi de camp.

El personal de l'Escola Britànica de Roma i de la Universitat de Southampton ens van proporcionar un assessorament i una ajuda considerables. Volem agrair especialment l'ajut del professor Andrew Wallace-Hadrill i del prof. Simon Keay. L'ajut i el suport de Jim Wood, des de l'Oficina d'Arqueologia de la Universitat de Southampton, va ser igualment crucial per completar amb èxit el treball de camp.

L'estudi de camp no hauria estat possible sense la intensa feina i la dedicació de l'equip de camp. Volem fer arribar el nostre agraïment a Rob Fry i a Greg Tucker, amb una professionalitat i un entusiasme infatigables, al llarg del treball de camp i més enllà d'aquest.

Apèndix. Detalls de l'estratègia de l'estudi

Dates de l'estudi: 15-31 d'octubre del 2007

Assentaments: *ager Tarraconensis*: Centcelles, els Antigons, les Bassasses, Mas de la Pastora i Mas de Gomandí

Autors de l'estudi: Universitat de Southampton i Escola Britànica de Roma

Personal: Rob Fry, Kristian Strutt, Greg Tucker

and the University of Southampton. In particular the help of Prof. Andrew Wallace-Hadrill and Prof. Simon Keay is acknowledged. The continued assistance and support provided by Jim Wood in the archaeology office at the University of Southampton was also vital for the successful completion of the fieldwork.

The field survey would not have been possible without the hard work and dedication of the field team. Warm thanks are extended to Rob Fry and Greg Tucker whose professionalism and enthusiasm was unstinting throughout the fieldwork and beyond.

Appendix. Details of Survey Strategy

Date of Survey: 15th-31st October 2007

Site: The Ager Tarraconensis: Centcelles, Els Antigons, Las Bassasses, Mas de la Pastora, Mas de Gomandí

Surveyor: University of Southampton and the British School at Rome

Personnel: Rob Fry, Kristian Strutt, Greg Tucker

Geology: Limestone

Survey Type 1: Resistivity

Grid Size: 30m by 30m

Interval Spacing: 1m

Traverse Spacing: 1m

Instrument: Geoscan Research RM15 Resistance Meter

Probe Array: Twin probe

Probe Array Width: 0.5m

Survey Type 2: Magnetometry

Grid Size: 30m by 30m

Interval Spacing: 0.5m

Traverse Spacing: 1m

Instrument: Geoscan Research FM36 Fluxgate Gradiometer

Trigger: Automatic

Survey Resolution: 0.1nT

Archaeological Prospection Techniques utilised by APSS and the British School at Rome

The following appendix presents a summary of prospection methods, implemented by Archaeological Prospection Services of Southampton (APSS) and the British School at Rome (BSR) to determine the extent and nature of sub-surface archaeological structures, remains and features. The methodology usually applied by APSS and the BSR places emphasis on the integration of geophysical, geochemical and topographic survey to facilitate a deeper understanding of a particular site or landscape.

Geologia: pedra calcària

Tipus d'estudi 1: resistivitat

Amplària de retícula: 30 m per 30 m

Separació entre intervals: 1 m

Separació entre travesseres: 1 m

Instrument: mesurador de resistència Geoscan Research RM15

Disposició de sondes: sondes bessones

Amplària de la disposició de sondes: 0,5 m

Tipus d'estudi 2: magnetometria

Amplària de retícula: 30 m per 30 m

Separació entre intervals: 0,5 m

Separació entre travesseres: 1 m

Instrument: gradiòmetre de vàlvules de flux Fluxgate Geoscan Research FM36

Disparador: automàtic

Resolució de l'estudi: 0,1 nT

Tècniques de prospecció arqueològica utilitzades per l'apss i l'Escola Britànica de Roma

Presentem un resum dels mètodes de prospecció que utilitzen els Serveis de Prospecció Arqueològica de Southampton (Archaeological Prospection Services of Southampton, APSS) i l'Escola Britànica de Roma (British School at Rome, BSR), per determinar l'abast i les característiques d'estructures, restes i elements arqueològics soterrats. La metodologia utilitzada habitualment per l'APSS i per la BSR posa l'èmfasi en la integració dels estudis de caire geofísic, geoquímic i topogràfic per facilitar una comprensió més substancial d'un indret o un paisatge determinats.

Prospecció geofísica

Els arqueòlegs poden aplicar diverses tècniques d'estudi, a fi de detectar les restes d'estructures arqueològiques soterrades. Generalment s'escull l'estudi magnetomètric, ja que, en termes relatius, és una tècnica d'estudi eficient i que estalvia temps (Gaffney, Gater i Ovenden 1991, 6), apropiada per a la detecció d'elements com ara forns de ceràmica, llars de foc, forns i conduccions d'aigua, però també murs, especialment quan s'ha utilitzat material ceràmic per construir-los. A les zones sotmeses a alteracions modernes, tanmateix, aquesta tècnica queda limitada per la distribució de material ferri modern. L'estudi de resistivitat, tot i que requereix més temps, generalment proporciona bons resultats a l'hora de localitzar murs, conduccions d'aigua, zones empedrades i ribes de cursos d'aigua, i l'aplicació de la tomografia de resistència permet registrar aquests elements a diferent profunditat. L'APSS també duu a terme estudis topogràfics per precisar el contorn a les àrees de prospecció, per tal de registrar

Geophysical Prospection

A number of different geophysical survey techniques can be applied by archaeologists to record the remains of sub-surface archaeological structures. Magnetometer survey is generally chosen as a relatively time-saving and efficient survey technique (Gaffney *et al.* 1991, 6), suitable for detecting kilns, hearths, ovens and ditches, as well as walls, especially when ceramic material has been used in construction. In areas of modern disturbance, however, the technique is limited by the distribution of modern ferrous material. Resistivity survey, while more time-consuming is generally successful at locating walls, ditches, paved areas and banks, and the application of resistance tomography allows such features to be recorded at various depths. APSS also implements close contour topographic survey over areas of prospection, to record any important relic of archaeological features in the present topography, as well as to provide vital information on the changing ground surface for the geophysical prospection results. A summary of the survey techniques is provided below.

Resistivity Survey

Resistivity survey is based on the ability of sub-surface materials to conduct an electrical current passed through them. All materials will allow the passing of an electrical current through them to a greater or lesser extent. There are extreme cases of conductive and non-conductive material (Scollar *et al.* 1990, 307), but differences in the structural and chemical make-up of soils mean that there are varying degrees of resistance to an electrical current (Clark 1996, 27).

The technique is based on the passing of an electrical current from probes into the earth to measure variations in resistance over a survey area. Resistance is measured in ohms (Ω), whereas resistivity, the resistance in a given volume of earth, is measured in ohm-metres (Ωm). Four probes are generally utilised for electrical profiling (Gaffney *et al.* 1991, 2), two current and two potential probes. Survey can be undertaken using a number of different probe arrays: twin probe, Wenner, Double-Dipole, Schlumberger and Square arrays.

The array used by APSS and the BSR utilises a Geoscan Research RM15 Resistance Meter in twin electrode probe formation. This array represents the most popular configuration used in British archaeology (Clark 1996; Gaffney *et al.* 1991, 2), usually undertaken with a 0.5m separation between mobile probes. Details of survey methodology are dealt with elsewhere (Geoscan Research 1996).

A number of factors may affect interpretation of twin probe survey results, including the nature and

qualsevol traça important d'elements arqueològics en la topografia actual, però també per proporcionar informació vital sobre canvis de la superfície del terra, pel que fa als resultats de la prospecció geofísica. A continuació es proporciona un resum de les diverses tècniques d'estudi.

Estudi de resistivitat

L'estudi de resistivitat es basa en la capacitat que tenen els materials soterrats de conduir corrent elèctric a través seu. Tots els materials permeten el pas de corrent elèctric, en major o menor grau. Hi ha casos extrems de materials conductius i no conductius (Scollar *et al.* 1990, 307), però les diferències en la composició química i estructural dels sòls signifiquen l'existència de diversos graus de resistència als corrents elèctrics (Clark 1996, 27).

Aquesta tècnica es basa a fer passar un corrent elèctric cap al terra, des de sondes inserides al terreny, a fi de mesurar variacions de resistència en una zona d'estudi determinada. La resistència es mesura en ohms (O), mentre que la resistivitat, la resistència en un volum donat de terra, es mesura en ohms metres (Om).

En general, es fan servir quatre sondes per obtenir una definició elèctrica (Gaffney, Gater i Ovenden 1991, 2): dues sondes actives i dues de potencials. L'estudi es pot dur a terme amb diverses disposicions de les sondes: sondes bessones, Wenner, de dipol doble, Schlumberger i disposició en quadrats.

En la disposició aplicada per l'APSS i la BSR, s'utilitza un mesurador de resistència Geoscan Research RM15, en formació de sondes d'elèctrodes bessones. Aquesta disposició representa la configuració més freqüent en l'arqueologia britànica (Clark 1996; Gaffney, Gater i Ovenden 1991, 2), que generalment es combina amb una separació de 0,5 m entre les sondes mòbils. Els detalls de la metodologia de l'estudi s'expliquen a part (Geoscan Research 1996).

Diversos factors poden afectar la interpretació dels resultats d'estudis mitjançant sondes bessones, entre ells el caràcter i la profunditat de les estructures, el tipus de sòl, el terreny i les condicions climàtiques locals. La resposta a elements de caràcter no arqueològic pot conduir a una interpretació errònia dels resultats o bé a l'emascament d'anomalies arqueològiques. Una disposició de sondes bessones de 0,5 m difícilment reconeixerà elements a una profunditat més gran de 0,75 m (Gaffney, Gater i Ovenden 1991). Fins a una profunditat d'1 m es poden detectar els elements de més volum. Amb una disposició de sondes bessones entre 0,25 m i 2 m, els procediments són semblants als d'una disposició de sondes bessones de 0,5 m.

Tot i que els canvis en el contingut d'humitat del sòl i les variacions de temperatura poden afectar la forma de les anomalies presents als resultats de l'estudi de

depth of structures, soil type, terrain and localised climatic conditions. Response to non-archaeological features may lead to misinterpretation of results, or the masking of archaeological anomalies. A twin probe array of 0.5m will rarely recognise features below a depth of 0.75m (Gaffney *et al.* 1991). More substantial features may register up to a depth of 1m. With twin probe arrays of between 0.25m and 2m, procedures are similar to those for the 0.5m twin probe array.

Although changes in the moisture content of the soil, as well as variations in temperature, can affect the form of anomalies present in resistivity survey results, in general, higher resistance features are interpreted as structures which have a limited moisture content, for example walls, mounds, voids, rubble filled pits, and paved or cobbled areas. Lower resistance anomalies usually represent buried ditches, foundation trenches, pits and gullies. In addition to the normal twin electrode method of survey, a Geoscan Research MPX15 multiplexer can be utilised with the resistance meter, allowing multiple profiles of resistivity to be recorded simultaneously, or resistance tomography to be carried out up to a depth of 1.5m. APSS generally survey, as with the twin electrode configuration, to a resolution of 1 or 0.1 m, with readings every metre or half metre.

Magnetic Survey

Magnetic prospection of soils is based on the measurement of differences in magnitudes of the earth's magnetic field at points over a specific area. Principally the iron content of a soil provides the basis for its magnetic properties. Presence of magnetite, maghaemite and haematite iron oxides all affect the magnetic properties of soils. Although variations in the earth's magnetic field which are associated with archaeological features are weak, especially considering the overall strength of the magnetic field of around 48,000 nanoTesla (nT), they can be detected using specific instruments (Gaffney *et al.* 1991).

Three basic types of magnetometer are available to the archaeologist; proton magnetometers, fluxgate gradiometers, and alkali vapour magnetometers (also known as caesium magnetometers, or optically pumped magnetometers). Fluxgate instruments are based around a highly permeable nickel iron alloy core (Scollar *et al.* 1990, 456), which is magnetised by the earth's magnetic field, together with an alternating field applied via a primary winding. Due to the fluxgate's directional method of functioning, a single fluxgate cannot be utilised on its own, as it cannot be held at a constant angle to the earth's magnetic field. Gradiometers therefore have two fluxgates positioned vertically to one another on a rigid staff.

resistivitat, en general els elements que presenten més resistència s'interpreten com a estructures que contenen menys humitat, com ara murs, piles de runa, buits, pous reblerts amb runes o zones empedrades o amb llambordes. Les anomalies de baixa resistència generalment representen conduccions d'aigua enterrades, rases de fonamentació, pous i torrenteres. A més del mètode d'estudi normal, d'elèctrodes bessons, es pot utilitzar un aparell múltiplex Geoscan Research MPX15 conjuntament amb el mesurador de resistència, la qual cosa permet registrar de manera simultània diversos perfils de resistivitat o bé dur a terme una tomografia de resistència a una profunditat d'1,5 m. L'APSS generalment duu a terme els estudis, en la configuració d'elèctrodes bessons, a una resolució d'1 o 0,10 m, amb lectures cada metre o cada mig metre.

Estudi magnètic

La prospecció magnètica de sòls es basa en el mesurament de les diferències de magnitud del camp magnètic terrestre, a diversos punts d'una superfície determinada. Principalment, el contingut de ferro d'un sòl proporciona la base de les seves propietats magnètiques. La presència d'òxids fèrrics de magnetita, maghemita i hematites afecta les propietats magnètiques dels sòls. Tot i que les variacions del camp magnètic terrestre atribuïbles a elements són febles, especialment si es té en compte la força global del camp magnètic, d'uns 48.000 nanotesles (nT), es poden detectar mitjançant instruments específics (Gaffney, Gater i Ovenden 1991).

L'arqueòleg té a la seva disposició tres tipus bàsics de magnetòmetres: els magnetòmetres de protons, els gradiòmetres de vàlvules de flux i els magnetòmetres de vapor alcalí (també coneguts com a magnetòmetres de cesi o magnetòmetres de bomba òptica). Els instruments de vàlvules de flux es basen en un nucli d'aliatge d'acer niquelat, altament permeable (Scollar *et al.* 1990, 456), que queda magnetitzat pel camp magnètic terrestre i conjuntament amb un camp alternatiu, que s'aplica amb un contacte primari. Com que el magnetòmetre de vàlvules de flux funciona de manera direccional, no es pot fer servir una única vàlvula de flux tota sola, ja que no es pot mantenir orientada en angle constant cap al camp magnètic terrestre. Per aquest motiu, els gradiòmetres tenen dues vàlvules de flux, posicionades verticalment l'una cap a l'altra, en un suport rígid. Així es redueixen els efectes que l'orientació dels instruments té sobre les lectures.

Els gradiòmetres de vàlvules de flux són sensibles a 0,5 nT o menys, segons l'instrument. Ara bé, difícilment poden detectar elements situats a una profunditat més gran que 1 m per sota de la superfície del terreny. Els elements arqueològics com ara parets de maó, llars de foc, forns i material de construcció alterat quedaran representats en els resultats, com també els

This reduces the effects of instrument orientation on readings.

Fluxgate gradiometers are sensitive to 0.5nT or below, depending on the instrument. However, they can rarely detect features which are located deeper than 1m below the surface of the ground. Archaeological features such as brick walls, hearths, kilns and disturbed building material will be represented in the results, as well as more ephemeral changes in soil, allowing location of foundation trenches, pits and ditches. Results are however extremely dependent on the geology of the particular area, and whether the archaeological remains are derived from the same materials. For fluxgate gradiometer survey, the Geoscan Research FM36 is used. Survey is carried out at 0.1nT resolution, with readings taken every 1m by 0.5m. Around 1.5 to 2 hectares are surveyed each day.

Topographic Survey

The modern ground surface or topography often contains important information on the conditions and nature of an archaeological site, and the potential existence of structures buried beneath the soil (Bowden 1999). The changes in topography can also have a great influence on determining the nature of features in a geophysical survey. Therefore it is vital to produce a detailed and complete topographic survey as part of the field survey of any given site. This generally entails the recording of elevations across a grid of a certain resolution, for instance 5 or 10m intervals, but also the recording of points on known breaks of slope, to emphasise archaeological features in the landscape.

Survey is usually undertaken by APSS using a total station or electronic theodolite, although Global Positioning Satellite systems (GPS) are also utilised to record the survey points. Computer software is then used to produce Digital Elevation Models of the results. Normally, survey is carried out using a Leica total station, with readings taken every 4 metres, and also on the breaks of slope of important topographical features. The resolution can be increased where necessary. Up to 5 hectares per day can be covered.

Integrated Survey Methodology

The survey work carried out by Southampton is always produced as part of an integrated survey strategy designed to affiliate all the geophysical survey techniques to the same grid system, which would be used for geochemical soil sampling and surface collection. Surveys are normally based on an arbitrary grid coordinate system tied into a national system or to a series of hard points on the ground corresponding to points on a map. A set of 30m grids is then set

canvis més efímers del sòl, i permetran la localització de rases de fonamentació, pous i conduccions d'aigua. Tanmateix, els resultats depenen en gran mesura de la geologia de cada zona en concret i de si les restes arqueològiques procedeixen dels mateixos materials. Per a l'estudi amb el gradiòmetre de vàlvules de flux, l'aparell utilitzat és el Geoscan Research FM36. L'estudi s'efectua a una resolució de 0,1 nT, amb lectures a cada 1 m per 0,5 m. Diàriament s'analitzen i es mesuren entre 1,5 i 2 hectàrees de terreny.

Estudi topogràfic

La superfície moderna del terreny o la topografia sovint conté informació important sobre les condicions i les característiques d'un emplaçament arqueològic i sobre la possible existència d'estructures colgades sota el terra (Bowden 1999). Els canvis en la topografia també poden tenir una gran influència a l'hora de determinar les característiques dels elements detectats en un estudi geofísic. Per tant, és crucial elaborar un estudi topogràfic detallat i complet, com a part de l'estudi de camp d'un emplaçament determinat. En general, es tracta de registrar les elevacions, en el marc d'una retícula d'una certa resolució, per exemple a intervals de 5 o 10 m, però també de registrar els punts coneguts de canvi de rasant, per tal de posar en relleu els elements arqueològics del paisatge.

Habitualment l'APSS duu a terme els estudis mitjançant una estació total o un teodolit electrònic, tot i que també es fan servir els sistemes de posicionament global per satèl·lit (GPS), per tal de registrar els punts d'estudi. A continuació s'apliquen programes informàtics per elaborar models digitals d'aixecament dels resultats. Normalment, l'estudi es duu a terme mitjançant una estació total Leica, amb lectures cada 4 metres i també als canvis de rasant dels elements topogràfics d'importància. La resolució es pot incrementar allà on sigui necessari. Es poden cobrir fins a 5 hectàrees per dia.

Metodologia integrada d'estudi

Les tasques d'estudi efectuades per l'APSS, de Southampton, sempre formen part d'una estratègia integrada d'estudi, dissenyada per relacionar totes les tècniques de l'estudi geofísic amb el mateix sistema de retícula, que també es farà servir per a la recollida de mostres de sòl per a l'anàlisi geoquímica i per a la recollida en superfície. Els estudis es basen normalment en un sistema coordinat d'una retícula arbitrària, vinculat a un sistema nacional o a una sèrie de punts fixos de referència al terreny, corresponents als punts d'un mapa. A continuació es marca una sèrie de quadrícules de 30 m, la qual servirà de suport a les tècniques de magnetometria i resistivitat i a la resta de tècniques d'estudi que complementaran els resultats, com ara la inspecció ocular de camp i la recollida de mostres geoquímiques.

out to provide the background for the magnetometry, resistivity, and other survey techniques which will complement the results, for instance, of field-walking and geochemical sampling.

Bibliografia

- ALMAGRO GORBEA, M. 1986: «Bronze Final y Edad de Hierro», a: JORDÀ, F.; PELLICER CATALAN, M.; ACOSTA, P.; ALMAGRO GORBEA, M. (ed.). *Historia de España 1: Prehistoria*, Madrid, 431-545.
- ARCE, J. (ed.) 2002: *Centcelles: el monumento tardorromano, iconografía y arquitectura*, Bibliotheca Italica 25, «L'Erma» di Bretschneider, Roma.
- BOWDEN, M. 1999: *Unravelling the Landscape: An Inquisitive Approach to Archaeology*, Tempus, Stroud.
- CARRETÉ, J. M.; KEAY, S.; MILLETT, M. 1995: *A Roman Provincial Capital and its Hinterland. The Survey of the Territory of Tarragona, Spain, 1985-1990*, «Journal of Roman Archaeology», sèrie suplementària núm. 15, Oxbow Books, Oxford.
- CLARK, A. 1996: *Seeing Beneath the Soil: Prospecting Methods in Archaeology*, Batsford (segona edició), Londres.
- FRENCH, C. 2003: *Geoarchaeology in Action: Studies in Soil Micromorphology and Landscape Evolution*, Routledge, Londres.
- GAFFNEY, C.; GATER, J. 1993: «Development of Remote Sensing, Part 2: Practice and method in the application of geophysical techniques in archaeology», a: HUNTER, J.; RALSTON, I. (ed.). *Archaeological Resource Management in the UK*, Alan Sutton, Stroud, 205-214.
- 2003: *Revealing the Buried Past*, Tempus, Stroud.
- GAFFNEY, C.; GATER, J.; OVENDEN, S. 1991: *The use of Geophysical Survey Techniques in Archaeological Evaluations*, Institute of Field Archaeologists Technical Paper 9.
- GUITART, J.; PALET, J. M.; PREVOSTI, M. 2003: «La Cossetània oriental, de l'època ibèrica a l'antiguitat tardana: ocupació i estructuració del territori», a: GUITART, J.; PALET, J. M.; PREVOSTI, M. *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès, el Vendrell, del 8 al 10 de novembre de 2001*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 129-157.
- HAUSCHILD, T. 1965: «Vorbericht Über die Arbeiten in Centcelles, 3», *Madriider Mitteilungen* 6, 127-138.
- 2002: «Centcelles: Exploraciones en la Sala de la Cúpula», a: ARCE, J. (ed.). *Centcelles: el monumento tardorromano, iconografía y arquitectura*, Bibliotheca Italica 25, «L'Erma» di Bretschneider, Roma, 51-57.
- KEAY, S.; MILLETT, M.; PAROLI, L.; STRUTT, K. 2005: «Portus: An Archaeological Survey of the Port of Imperial Rome», *Archaeological Monographs of the British School at Rome* 15, The British School at Rome, Londres.
- KOPPEL, E. M. 2005: «La figura de la Cíbele de la vil·la dels Antigons», *Informatiu Museus* 30, època III, abril del 2005, 4-7.
- MASSÓ, J. 2003: «Reus antic», a: ANGUERA, P. (ed.). *Història de Reus: Dels orígens fins a la fi de l'edat mitjana*, Ajuntament de Reus, Reus.
- PALET, J. M. 2003: «L'organització del paisatge agrari al Penedès i les centuriacions del territori de Tàrraco: estudi arqueomorfològic», a: GUITART, J.; PALET, J. M.; PREVOSTI, M. *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès, el Vendrell, del 8 al 10 de novembre de 2001*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 211-229.
- REMOLÀ, J. A. 2002: «Centcelles y las villae de Tàrraco durante la antigüedad tardía», a: ARCE, J. (ed.). *Centcelles: el monumento tardorromano. Iconografía y arquitectura*, Bibliotheca Italica 25, «L'Erma» di Bretschneider, Roma, 97-112.
- REVILLA, V. 2003: «Paisaje rural, economía y élites en el territorio de Tàrraco: la organización interna de la Villa del Vilarenc (Calafell)», a: GUITART, J.; PALET, J. M.; PREVOSTI, M. *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès, el Vendrell, del 8 al 10 de novembre de 2001*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 285-301.
- SCOLLAR, I.; TABBAGH, A.; HESSE, A.; HERZOG, I. 1990: *Archaeological Prospecting and Remote Sensing*, Cambridge University Press, Cambridge.
- TARRATS, F. 1992: *Centcelles*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Tarragona.
- VILLARONGA, L. 1983: *Les monedes ibèriques de Tàrraco (Tarragona)*.