Agència
de Gestió d'Ajuts
Universitaris
i de Recerca

Memòria justificativa de recerca de les convocatòries BCC, BE, BP, CTP-AIRE, DEBEQ, FI, INEFC, NANOS i PIV

La memòria justificativa consta de les dues parts que venen a continuació:
1.- Dades bàsiques i resums
2.- Memòria del treball (informe científic)

Tots els camps són obligatoris

1.- Dades bàsiques i resums

Nom de la convocatòria

BE

Llegenda per a les convocatòries:

BCC	Convocatòria de beques per a joves membres de comunitats catalanes a l'exterior
BE	Beques per a estades per a la recerca fora de Catalunya
BP	Convocatòria d'ajuts postdoctorals dins del programa Beatriu de Pinós
CTP-AIRE	Ajuts per accions de cooperació en el marc de la comunitat de treball dels Pirineus. Ajuts de mobilitat de personal investigador.
DEBEQ (Modalitat A3)	Beques de Cooperació Internacional i Desenvolupament
FI	Beques predoctorals per a la formació de personal investigador
INEFC	Beques predoctorals i de col·laboració, dins de l'àmbit de l'educació física i l'esport i les ciències aplicades a l'esport
NANOS	Beques de recerca per a la formació en el camp de les nanotecnologies
PIV	Beques de recerca per a professors i investigadors visitants a Catalunya

Títol del projecte: ha de sintetitzar la temàtica científica del vostre document.
Estudi amb georadar del jaciment arqueològic de Lady Field
(Woolston Manor Farm, Somerset, Gran Bretanya)

Dades de l'investigador o beneficiari

Nom	Cognoms
MARIA	LAFUENTE MARRUEDO

Correu electrònic
lafuentemarruedo@hotmail.com

Dades del centre d'origen

South Cadbury Environs Project
Department of Archaeology and Anthropology
University of Bristol
43 Woodland Road,
Bristol BS8 1UU
Gran Bretanya
Tel: +44 (0)117 954 6050

Agència
de Gestió d'Ajuts
Universitaris
i de Recerca

Número d'expedient
BE-1 200700097

Paraules clau: cal que esmenteu cinc conceptes que defineixin el contingut de la vostra memòria.
Prospecció, Geofísica, GPR, medieval, Gran Bretanya

Data de presentació de la justificació
27/07/2009

Nom i cognoms i signatura
del/de la investigador/a

Visttiplau del/de la responsable de la
sol·licitud

Generalitat de Catalunya
Departament d'Innovació,
Universitats i Empresa

Resum del projecte: cal adjuntar dos resums del document, l'un en anglès i l'altre en la llengua del document, on s'esmenti la durada de l'acció

Resum en la llengua del projecte (màxim 300 paraules)
El projecte d'estudi del jaciment de Lady Field (Woolston Manor Farm, Somerset, Gran Bretanya) mitjançant la tècnica de prospecció geofísica coneguda com GPR es va realitzar durant els mesos d'agost i setembre de 2007, en que es dugueren a terme les feines de camp, i la memòria final s'ha lliurat a l'AGAUR el mes de juliol de 2009.

Els objectius del projecte eren, bàsicament, tres: en primer lloc, posar en pràctica els coneixements teòrics assolits durant la meva formació en prospecció geofísica; en segon lloc, aportar informació complementària a la aportada per la prospecció tradicional i el sondeig amb gradiòmetre magnètic efectuades prèviament per l'equip investigador del centre, arribant a definir millor les estructures poc definides per l'altre sistema i, finalment, obtenir un cas d'estudi sobre un jaciment medieval a Gran Bretanya, on les condicions geològiques i climàtiques, que afecten els resultats de la prospecció, són diferents a les del nostre país.

Aquests objectius s'han assolit, ja que s'ha pogut portar a terme una prospecció de camp amb el sistema de georadar, processar les dades i obtenir-ne dades de qualitat i obtenir informació útil i rellevant de cara a la definició de les restes detectades, una vegada feta la interpretació.
Els resultats mostren l'aparició en el subsòl del jaciment de quatre possibles fases d'ocupació, entre les que destaquen un moment amb possibles restes d'una antiga xarxa urbana, treballs agrícoles o un sistema de drenatge del terreny.

Finalment l'estudi ha pogut constatar que la prospecció amb GPR en aquestes condicions geològiques és possible, tot i que les climàtiques –essencialment la pluja i la humitat del sòl- suposen complicacions a l'hora d'adquirir dades de forma segura per la maquinària i per la qualitat de les dades.

Resum en anglès (màxim 300 paraules)
The research project carried on at Lady Field site (Woolston Manor Farm, Somerset, Great Britain), consisting of a GPR survey of the area, took place in August and September 2007 and the final report was handed to AGAUR in July 2009.

The main aims of the project were three: first, to put in practice the theoretical knowledge I had learnt about geophysical survey; second, to provide the SCEP with information complementary to the information they had obtained from previous traditional survey works and magnetic surveys, in order to obtain a better definition of the features that the other techniques could not define well. Finally, having a case study of a GPR survey on a medieval British site, where geological and climatic conditions –which affect the survey results - are different to the ones in Catalonia, was the third aim.

These aims have been achieved, as the GPR survey was conducted, obtaining good quality data, which was after processed and interpreted, providing the centre with useful and relevant information regarding the definition of the detected remains.

The results of the survey show the presence on the subsoil of the site of four possible archaeological moments, from which the most relevant is consists of the remains of a possible ancient urban network, agricultural works or a drainage system.

Resum en anglès (màxim 300 paraules) – continuació -.
Finally, this study confirmed that GPR surveys in these geological conditions can provide us with good results, although weather conditions –specially rain and soil moisture- can be a handicap for the equipment and affect the quality of the data.

2.- Memòria del treball (informe científic sense limitació de paraules). Pot incloure altres fitxers de qualsevol mena, no més grans de 10 MB cadascun d'ells.

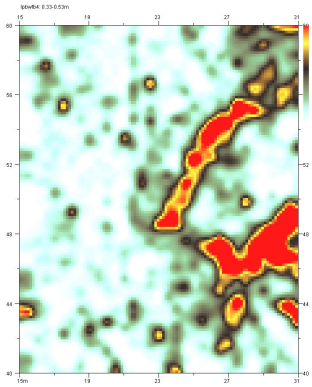
AGAUR Beca per a estades de recerca fora de Catalunya

(BE 2007 – 1er termini)

MEMÒRIA D'INTERVENCIÓ

Juliol 2009

Estudi amb georadar del jaciment arqueològic de *Lady Field* (*Woolston Manor Farm*, Somerset, Gran Bretanya)



Maria Lafuente

Índex

Introducció **p.3**

Motivació i objectius de la intervenció **p.4**

El *South Cadbury Environs Project* i el jaciment de *Lady Field* **p.5-7**

Context geogràfic, geològic, topogràfic i meteorològic **p.8-9**

Àmbit d'intervenció **p.9**

Metodologia **p.10**

La prospecció geofísica aplicada a l'Arqueologia *p.10-13*

El Georadar o GPR *p.13-15*

La recollida de dades *p.15-16*

Paràmetres i ajustos del sistema de georadar *p.16*
Procés de les dades *p.16*
Resultats **p.16-19**
Conclusions **p.20**
Bibliografia **p.22**

Introducció

Aquest estudi es va dur a terme entre finals del mes d'agost i finals del mes de setembre de l'any 2007[1] a Gran Bretanya i s'emmarca dins del *South Cadbury Environs Project* (SCEP) - un dels projectes de recerca arqueològica més extensos del país, dirigit pel Departament d'Arqueologia i Antropologia de la Universitat de Bristol (Gran Bretanya)[2].

La meva participació va consistir en l'aplicació de la tècnica de prospecció geofísica coneguda com a GPR (Ground Penetrating Radar) al jaciment de *Lady Field* –que forma part de l'extens jaciment de *Woolston Manor Farm*- per a intentar definir les estructures de caràcter arqueològic ja intuïdes pel l'equip investigador gràcies als resultats aportats per altres sistemes de prospecció.

Per poder realitzar aquest estudi vaig comptar amb l'ajut de *SOT Prospecció Arqueològica*, que va posar a la meva disponibilitat les eines de prospecció, els programes de procés de dades i el suport humà necessari per a dur a terme les feines de camp i anàlisi.

En aquesta memòria exposo el que em va motivar a portar a terme aquest estudi, els objectius que volia assolir, una introducció al SCEP i el jaciment, la tècnica de prospecció utilitzada, la metodologia que vaig seguir durant el meu estudi, els resultats obtinguts de la prospecció de camp, l'anàlisi i la interpretació de les dades, i unes conclusions finals, a més d'una bibliografia extensa.

[1] La memòria final es va acabar de redactar l'any 2009, ja que fins llavors l'autora estava a l'espera de rebre materials relatius a les excavacions al jaciment per part del SCEP.

[2] Des de l'any 2008 el *South Cadbury Environs Project* ha passat a formar part del *South Somerset Archaeological Research Group* (SSARG), i ja no està vinculat a la Universitat de Bristol. La directora de l'organització és Clare Randall.

Motivació i objectius de la intervenció

La raó per la qual vaig escollir aquest jaciment per a dur a terme la meva recerca va ser la complexitat que el jaciment presentava per a l'equip del SCEP, amb qui ja havia tingut contacte l'any 2003 durant la meva estada Erasmus a la Universitat de Bristol i l'any 2006 com a membre de l'equip de *SOT Prospecció Arqueològica*, realitzant una intervenció amb GPR en un dels jaciments objecte d'estudi del projecte britànic.

L'interès de la col·laboració amb el SCEP en l'estudi del jaciment de *Lady Field* residia, per una part, en la possibilitat d'explorar les possibilitats del sistema de GPR en un context geològic i geogràfic diferent al català i, per una altra, en l'oportunitat d'oferir informació complementària a la ja obtinguda per l'equip del SCEP amb mitjans de prospecció alternatius, que pogués ajudar a determinar les relacions entre les estructures que semblen conformar el jaciment.

L'objectiu d'aquesta intervenció era doble. Per una part, es pretenia valorar l'actuació del sistema de georadar en les condicions geològiques i climàtiques de la zona i, per una altra, es volia aconseguir una descripció de les eventuals restes arqueològiques allotjades al subsòl del camp de pastura on s'ubica el jaciment. En concret, es volia identificar les restes i determinar la seva seqüència cronològica relativa.

El *South Cadbury Environs Project* i el jaciment de *Lady Field*

La present investigació s'emmarca dins de les actuacions dutes a terme durant la darrera dècada pel *South Cadbury Environs Project*, dirigit pel Dr. Richard Tabor, vinculat fins l'any 2008 a la Universitat de Bristol (Gran Bretanya). Es tracta d'un dels projectes més ambiciosos i innovadors quan a estudi de l'arqueologia del paisatge a Gran Bretanya. Durant més de deu anys el grup ha explorat la zona mitjançant la prospecció tradicional i la geofísica, junt amb cales de comprovació sistemàtiques i excavacions en extensió puntuals. El seu objectiu és estudiar el patrimoni històric i arqueològic del territori que envolta el Castell de Cadbury (South Cadbury, Somerset, Gran Bretanya), i en concret, la història del paisatge i els seus patrons d'assentament, des del Mesolític fins a l'Alta Edat Mitjana, i fer propostes per a gestionar-les (Figs. 1 i 2).

La metodologia de recerca utilitzada és multidisciplinar. Es basa en la prospecció intensiva del territori mitjançant mètodes invasius i no-invasius (Fig. 2). Dins dels segons trobem la fotografia aèria i la prospecció geofísica amb gradiòmetre magnètic, i dins dels primers la realització de petits sondeigs puntuals i l'excavació en extensió de zones destacades. Les tècniques no invasives s'utilitzen per localitzar i documentar estructures antròpiques tant d'hàbitat com d'altres possibles accions de l'home sobre el paisatge, i les segones per estudiar en profunditat les estructures detectades. El projecte inclou els anàlisis post-excavació i la integració de tota la informació obtinguda en un SIG.

Dins de les tècniques no invasives, utilitzen un únic sistema de prospecció geofísica: el gradiòmetre magnètic. Amb aquest aconsegueixen mapes de les petites variacions magnètiques de les zones prospectades, que reflecteixen l'existència d'elements antròpics com combustions (forns, fogars), moviments de terres (rases, sitges, *henges*), metalls i altres elements vinculats amb les xarxes de camins i les divisions agrícoles (Fig. 2).

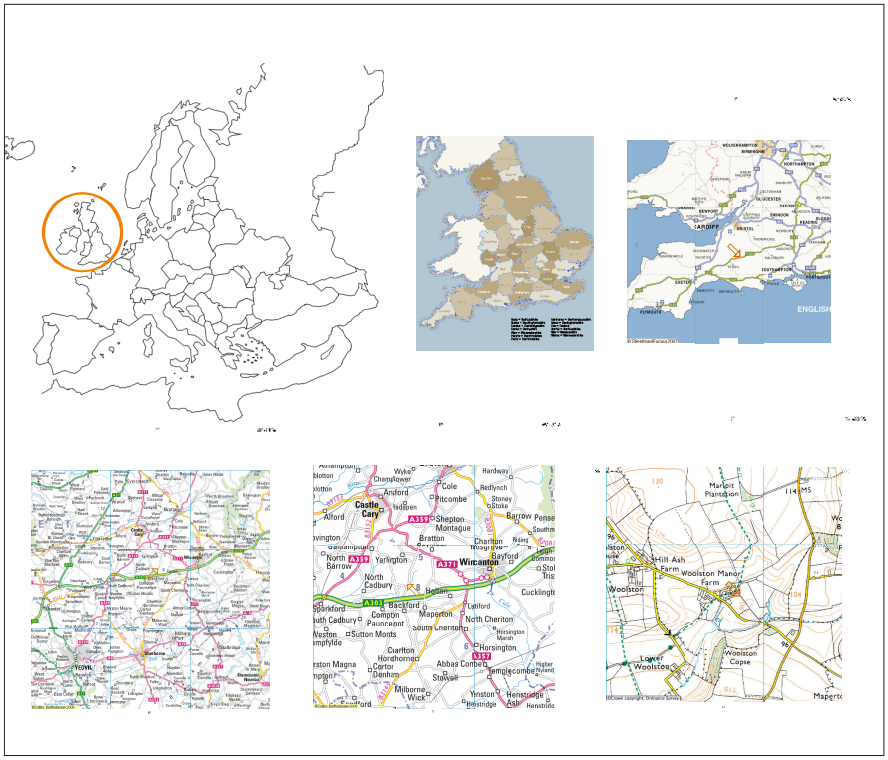


Fig. 1 Localització del jaciment de Woolston Manor Farm.

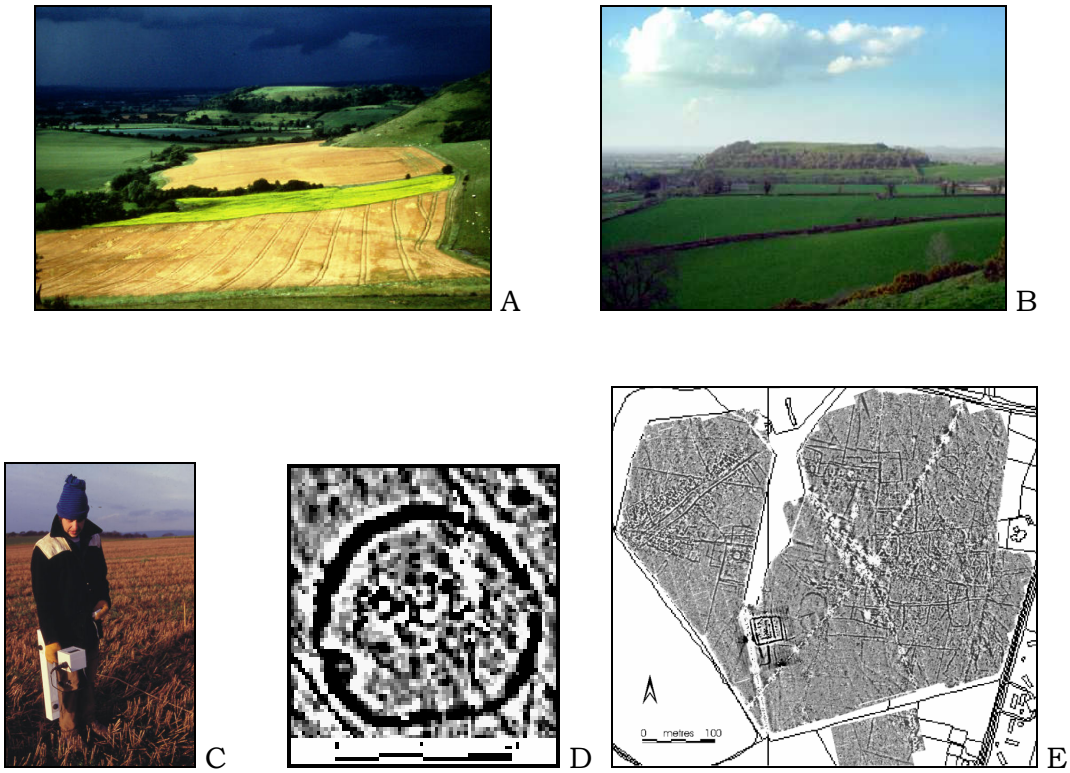


Fig. 2 Fotografies del Cadbury Castle i el territori que l'envolta (A i B) i de la feina de prospecció realitzada pel SCEP (C) i els seus resultats (D i E) (Font: http://www.taborpoet.co.uk/page18.html#SCEP_index.html).

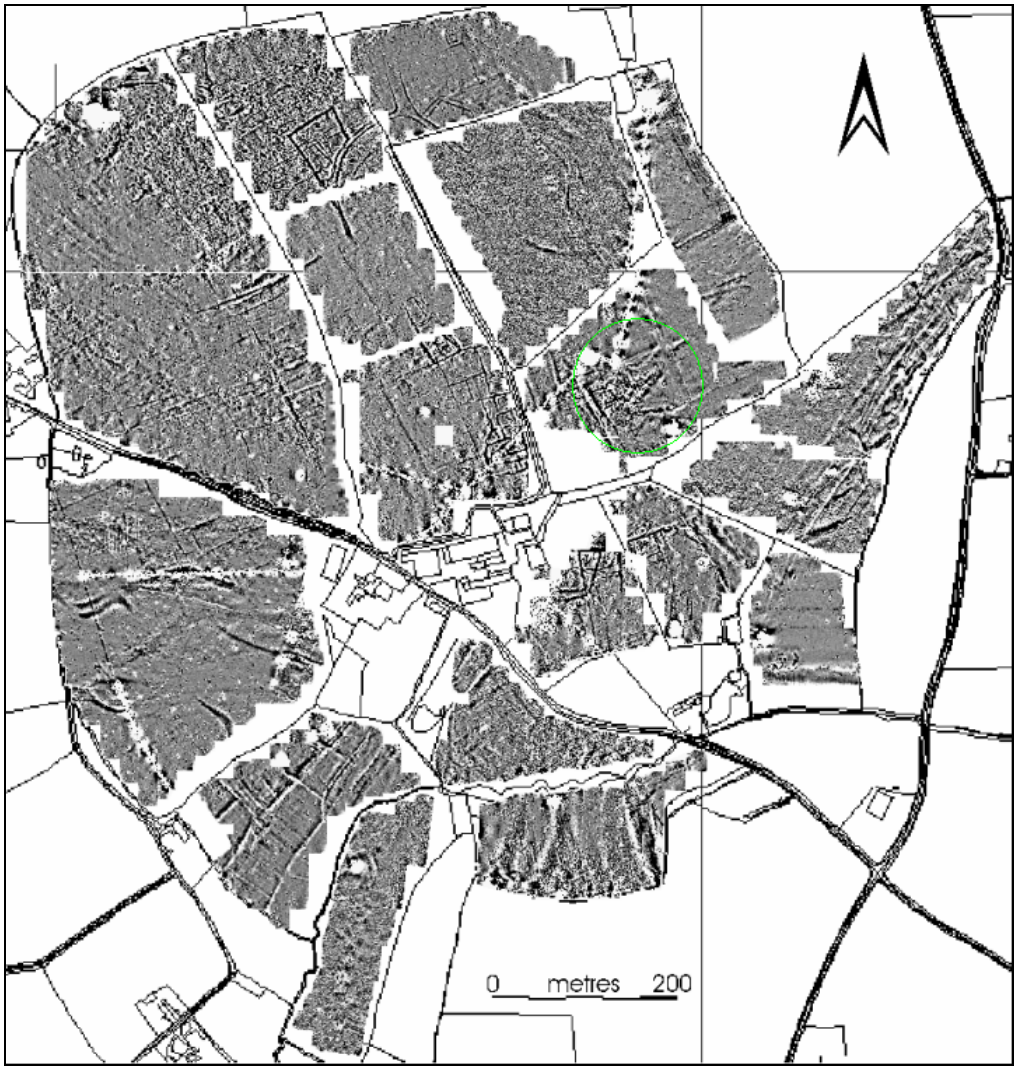


Fig. 3 Resultats dels treballs de prospecció amb gradiòmetre magnètic portats a terme per l'equip del SCEP al voltant de Woolston Manor Farm. Mostren evidències de la presència d'estructures d'hàbitat diverses en gairebé tots els camps explorats. L'espai encerclat és la part del jaciment coneguda com *Lady Field*.

Pel que fa al jaciment de *Woolston Manor Farm*, els resultats de la prospecció magnètica (Fig. 3), les petites cales arqueològiques i una altra excavació realitzada en extensió per l'equip del SCEP evidenciaven que la granja actual és adjacent i, possiblement superposada, a un assentament antròpic ubicat al centre d'un sistema agrícola de l'Edat del Ferro. Sembla que aquest sistema ha respectat una estructura de tancament localitzada a la part alta del turó que havia estat precedida per un sistema de camps del Bronze Inicial i Mitjà.

Al jaciment de *Lady Field*, en concret, els resultats de les prospeccions magnètiques i excavacions evidenciaven a presència d'un jaciment medieval, però no aclarien les relaciones entre les possibles estructures (Tabor, 2008a).

Context geogràfic, geològic, topogràfic i meteorològic

El jaciment de *Woolston Manor Farm* es troba al comtat de Somerset, ubicat al SW d'Anglaterra, i la part explorada és el camp de pastura conegut com *Lady Field*, que es troba al NE de la granja al voltant de la qual s'extén el gran jaciment (Fig. 1).
El sòl en aquest camp és relativament àcid, margós i argilós, de difícil drenatge[3].
En el moment de realitzar la prospecció i, com s'esperava, el context meteorològic era de pluja fina constant i, per tant, de retenció d'humitat en el terreny donades les característiques del sòl.

Aquest era un dels objectius del projecte: avaluar el comportament del sensor geofísic en aquest tipus de geologia, topografia i clima, ja que un dels inconvenients de les prospeccions amb georadar és l'atenuació de la senyal de georadar en terrenys argilosos humits.

Aquest fenòmen es va poder comprovar anteriorment a la realització d'aquest projecte el mes de maig de 2006 quan vaig participar en la prospecció que *SOT Prospecció Arqueològica* va realitzar amb GPR en dos jaciments protohistòrics estudiats pel SCEP: *Sheep Slait* i *Crissells Green* (dins de l'extens jaciment de *Sigwells*) . El primer jaciment ja havia estat detectat a partir de la fotografia aèria, i parcialment delimitat amb la magnetometria, i la prospecció amb GPR va ser útil per a definir l'estructura ja localitzada -un possible "ringwork" protohistòric- i aconseguir informació de la seva evolució en profunditat. Es va distingir la forma circular de la rasa i de la possible acumulació de terra extreta, i d'altres estructures a l'interior i a l'exterior (Fig. 4 A).

A l'altre jaciment, en canvi, la prospecció amb GPR no va aportar resultats reveladors. Les condicions geològiques eren diferents en ambdós jaciments i, per això suposem que el context geològic – i també les característiques i el grau de conservació de l'estructura, diferent de la prospectada anteriorment, van tenir molt a veure amb aquesta obtenció de resultats més difusos.

[3] "Slightly acid loamy and clayey soils with impeded drainage" (http://www.landis.org.uk/soilscapes/)

Àmbit d'intervenció

El camp on es va dur a terme la prospecció presentava desnivells topogràfics acusats (Fig. 4), que indicaven la presencia d'estructures arqueològiques al subsòl i moviments de terres d'origen antròpic.

La prospecció es va dur a terme en un espai de 60mx30m dins del jaciment de *Lady Field*. Tot i que la idea inicial era prospectar un espai de 60mx60m, les condicions meteorològiques de pluja continuada no ens ho van impedir.

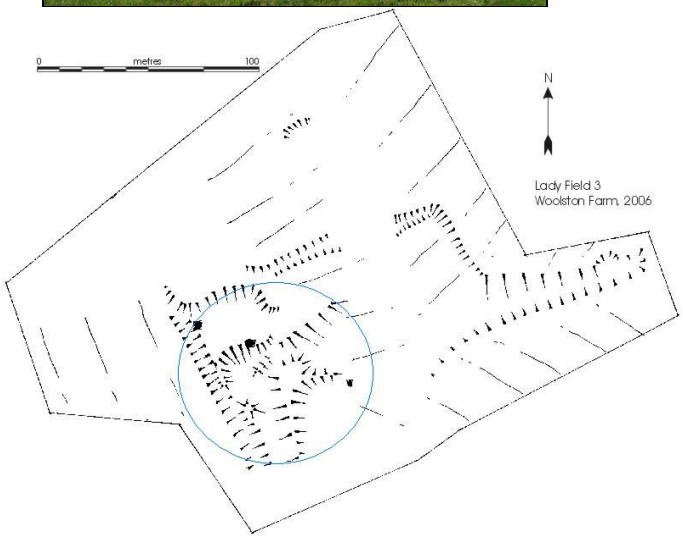


Fig. 4 Fotografia de la superfície de l'espai prospectat (A) i planta del jaciment de Lady Field, amb la zona d'exploració encerclada (B) .

Metodologia

La prospecció geofísica aplicada a l'Arqueologia

En l'estudi del subsòl d'aquest jaciment es va utilitzar el GPR, què és un sistema de prospecció geofísica no invasora del subsòl.

La prospecció geofísica aplicada a l'Arqueologia és una disciplina en avanç. La incorporació en els darrers anys de nous sistemes i programes han millorat sensiblement la nostra capacitat per descriure el subsòl i els objectes que s'hi troben. Fins fa unes dècades s'havia aplicat únicament en estudis geològics i d'enginyeria, però recentment la millora de la sensibilitat dels sensors geofísics, la rapidesa dels equips, la digitalització de les dades i l'avenç en les formes de visualització dels resultats, ha fet que pugui aplicar-se també en l'Arqueologia.

Es podria definir com l'estudi de les propietats físiques de la Terra mitjançant tècniques de prospecció del sòl no invasores per detectar estructures, jaciments i paisatges arqueològics enterrats (Gaffney & Gater, 2003: 12)[4].

Aquests sistemes permeten obtenir *imatges* del subsòl de forma no invasora, aportant informació respecte el potencial arqueològic de la zona i certes característiques de les restes que s'hi troben, constituent una font de coneixement i documentació del jaciment de forma prèvia a l'excavació (Doneus et al., 2001; Proceedings, 2005).

Cal dir que, en el cas de l'Arqueologia, en comparació amb el món de l'Enginyeria, la interpretació de les anomalies detectades és dificultosa donat que els elements a detectar presenten una gran varietat pel que fa a morfologia, geometria, composició, estat de conservació, sobreposició, etc. En el món de l'Enginyeria, aquests sistemes s'utilitzen habitualment per a detectar conduccions de la xarxa de serveis, amb una forma i propietats conegudes, i moltes vegades, metàl·liques, fet que les fa fàcilment detectables.

Per això, es requereix l'elaboració de projectes de prospecció geofísica en els que, de forma interdisciplinar, es porten a terme diversos passos necessaris

[4] "we mean by 'archaeological geophysics' (...) The examination of the Earth's physical properties using non-invasive ground survey techniques to reveal buried archaeological features, sites and landscapes"

per a una òptima qualitat en l'obtenció i interpretació de les dades geofísiques referents a la zona d'estudi.

El resultat d'un sondeig geofísic és, de forma simple, el gràfic obtingut de la transformació de les dades recollides, referents a les propietats físico-químiques del subsòl, en un format d'imatge, i el seu anàlisi per detectar les anomalies geofísiques que presenten, que podrien correspondre a restes arqueològiques. És a dir, donat que la presència de restes arqueològiques en el subsòl altera l'ordre natural d'aquest i suposa un canvi en les seves característiques geofísiques, aquest quedarà reflectit en el resultat de la prospecció. Aquesta alteració es considera una anomalia que, després d'un estudi, s'interpretarà com a estructura arqueològica.

Però, el resultat d'un projecte de prospecció geofísica no consisteix solament en aquest tipus d'anàlisi, sinó en un treball metòdic d'identificació i interpretació de les anomalies que podrien correspondre a restes arqueològiques tenint en compte la visió de l'arqueòleg coneixedor del jaciment i el territori, i del geofísic.

Les imatges del subsòl amb les quals treballem són fruit de l'exploració del lloc amb un o més sistemes de prospecció geofísica (GPR-georadar, resistència elèctrica i gradiòmetre magnètic) sobre la zona d'estudi, i el posterior procés de les dades obtingudes i la seva interpretació.

Ens permeten conèixer la ubicació de les restes arqueològiques, la seva forma, mida, cota i superposició entre elles, quan les condicions són les adequades. És a dir, quan el contrast geofísic entre les estructures i el sediment del subsòl és notable. Aquest bon contrast ve donat per la diferència en la composició físico-química dels materials arqueològics, el seu grau de conservació, les condicions climàtiques en el moment de recollir les mesures, la orografia del terreny i les seves característiques –bosc, camp llaurat, asfalt, etc.

Existeix una gran varietat de sistemes de prospecció del subsòl a partir de la mesura de les seves propietats, generalment creats per a ser utilitzats en el

món de la geologia, però no tots són d'utilitat en la detecció de restes arqueològiques.
Es poden classificar en dos grups: els sistemes *passius* i els sistemes *actius*. La diferència entre uns i altres és la capacitat de mesurar les propietats del subsòl, o bé a partir de la inducció d'una corrent elèctrica o un pols electromagnètic en el subsòl, en el cas dels actius, o bé la mesura de forma directa, sense inducció, en el cas dels actius (Gaffney & Gater, 2003: 25).
Els sistemes que més s'utilitzen en arqueologia són els geomagnètics, els geoelèctrics i el georadar.

Cada sistema de prospecció mesura diferents propietats físiques del subsòl en milers de punts de la zona a prospectar. Gràcies a la utilització d'una metodologia de camp acurada en que es tracen malles regulars sobre el terreny per poder-hi situar cada lectura en l'espai, totes aquestes dades tenen unes coordenades XY o Z. Això permet, una vegada realitzada la prospecció i obtinguts els resultats (que s'ofereixen en forma de planta, secció o recreació volumètrica) precisar la localització de les estructures detectades en el jaciment.

El que permeten aquests sistemes de prospecció és obtenir un gràfic format per tots els valors de cada tipus de propietat dels subsòl mesurada. En aplicar una escala de colors a aquests gràfics s'obté una imatge dels contrastos generats per tots aquells elements que resulten *anòmals* en el context natural dels subsòl. És a dir, en el cas que ens ocupa, les estructures arqueològiques. Per tant, suposen una eina de delimitació de les zones d'afectació arqueològica i definició de les estructures detectades.

La bibliografia existent sobre resultat de prospeccions practicades amb aquests sistemes (Doneus et al., 2001; Sala i Lafuente,2007); Proceedings, 2005 i articles a la revista científica "Archaeological Prospection") revela que permeten detectar estructures constructives positives (murs de pedra seca, murs de pedra amb morter de cal, murs de còdols, murs de totxo cuit, paviments, enderrocs), estructures constructives negatives (rases, forats de pal), estructures d'emmagatzematge en positiu (graners, cisternes), estructures d'emmagatzematge en negatiu (sitges), xarxes urbanes i vies

empedrades, combustions (forns de ceràmica, forns de teula, forns de fundició de metalls, llars de foc, incendis en espais d'habitació) (Figs.1, 2, 3, 4, 5 i 6).

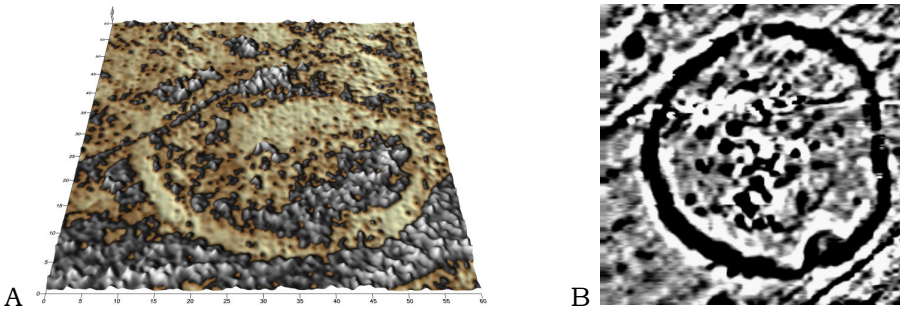


Fig. 4. Rasa circular de 50m de diàmetre de l'Edat del Bronze detectada per *SOT* amb Georadar (a) i per l'equip del *South Cadbury Environs Project* amb gradiòmetre magnètic (b) (Inèdit).

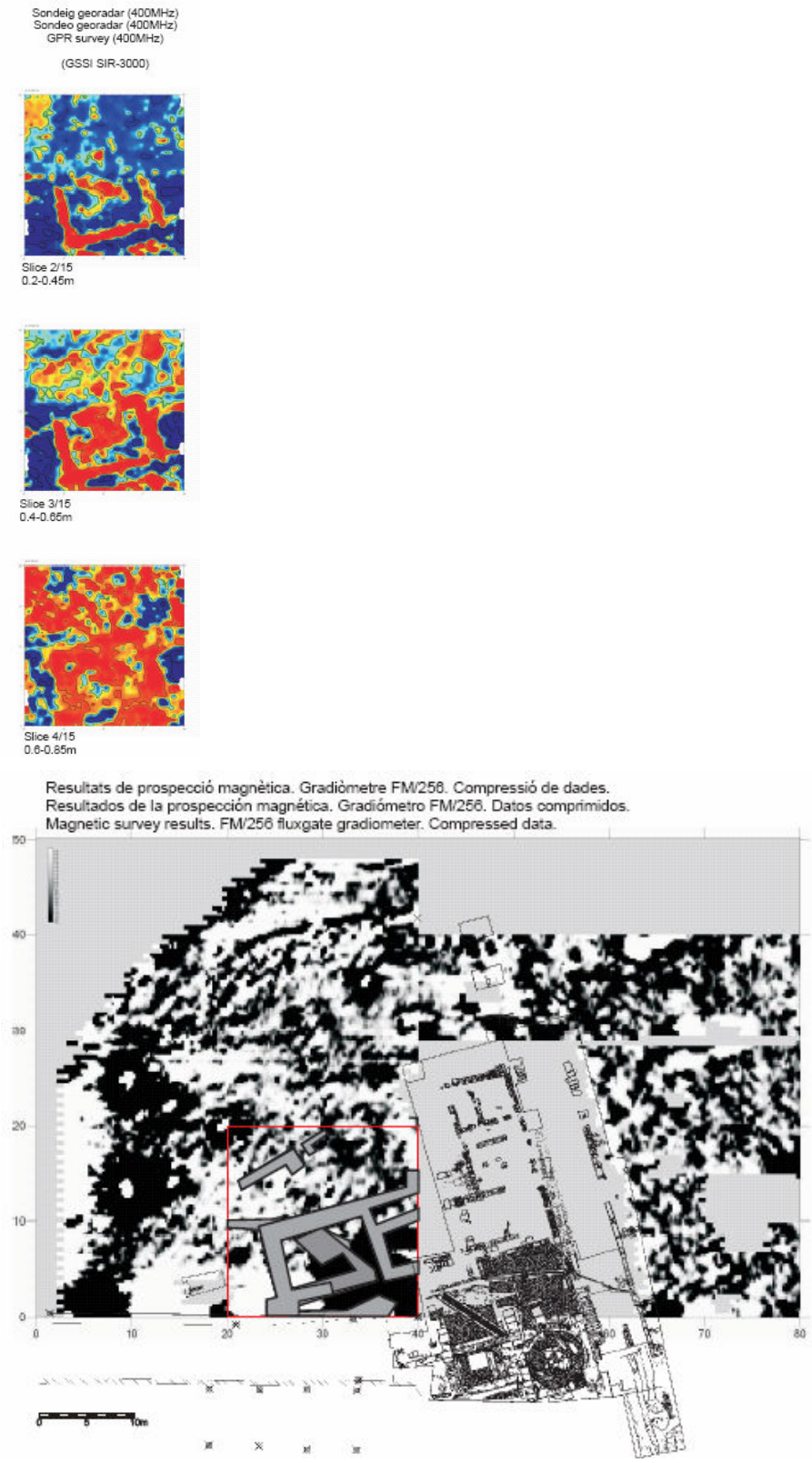


Fig. 5. Resultats de la prospecció amb georadar al jaciment romà *Iesso* (Guissona, La Segarra). (Imatge: *SOT Prospecció Arqueològica*)

El georadar és un sistema de prospecció geofísica basat en la emissió ordenada de polsos electromagnètics de freqüència i duració conegudes cap al subsòl mitjançant una antena transmissora. Quan aquests ecos topen amb discontinuïtats en el subsòl o superfícies de constant dielèctrica diferent, es genera una reflexió que retorna a la superfície i és enregistrada per la mateixa antena que els ha emès. Si no en troben, continuen baixant fins que topen amb una altra. Un sistema informàtic genera aquests polsos i els emet a través d'una antena, que també en capta les reflexions i les ubica ordenadament en el sentit d'avanç del sistema, mitjançant un sistema de marcatge de la distància recorreguda (*odòmetre*) i en profunditat (Conyers i Goodman, 2007; Leckenbush, 2003). Mesurant el temps que el pols ha necessitat per retornar, es pot estimar la cota a la que es troben les estructures que han provocat la reflexió.

La gran novetat que ofereix aquesta tècnica respecte d'altres és el fet de poder obtenir informació a diferents profunditats i de ser capaç de generar plantes o mapes d'amplitud de la senyal per visualitzar aquesta informació, el format que els arqueòlegs necessiten (Goodman, 2004). Tradicionalment aquesta informació s'havia plasmat únicament en els radagrames que expressen en l'eix horitzontal el desplaçament de l'antena de georadar sobre el terreny, i en l'eix vertical el viatge dels polsos en profunditat, de manera que n'obtenim una visualització equivalent a un perfil o secció de l'àrea explorada (Fig. 7).

Actualment, existeixen programes informàtics que permeten agrupar els radargrames efectuats i generar un bloc tridimensional de dades a partir de la seva integració. Aquest bloc pot ser "tallat" en plantes a diferents profunditats (*time-slices*) i seccions, que permetran representar les mesures registrades en un format més entenedor i accessible als arqueòlegs (Goodman, 2004).
És la tècnica més adequada per a la prospecció urbana, caracteritzada per la superposició d'estructures, una complicada estratigrafia i la presència de la xarxa de distribució de serveis urbans (gas, aigua, electricitat i telèfon). La interpretació de les anomalies detectades en aquest entorn, però, és complicada (Dabas et al., 2000; Proceedings, 2003).

La principal limitació que té aquesta tècnica és que la senyal no pot penetrar l'aigua i, per tant, s'atenua quan troba estrats, sobretot d'argila, amb un alt contingut d'humitat.

El georadar utilitzat en el cas d'estudi presentat és el SIR-3000 de Geophysical Survey Systems, amb una antena de 400MHz (Fig. 6).

El que permet aquesta tècnica és, sobretot, detectar les restes d'edificis de pedra o maó o els seus fonaments que existeixen a diferents profunditats en un mateix indret, i estructures buides al seu interior com vasos funeraris (Nishimura i Goodman, 2000; Ruffell, 2004; Linford, 2004; Linford i Linford, 2004; Leucci, 2002; Marazzi et al., 2005; Doneus, 2001; Proceedings, 2005).

Fig. 6. Georadar GSSI SIR-3000 amb antena de 400MHz.

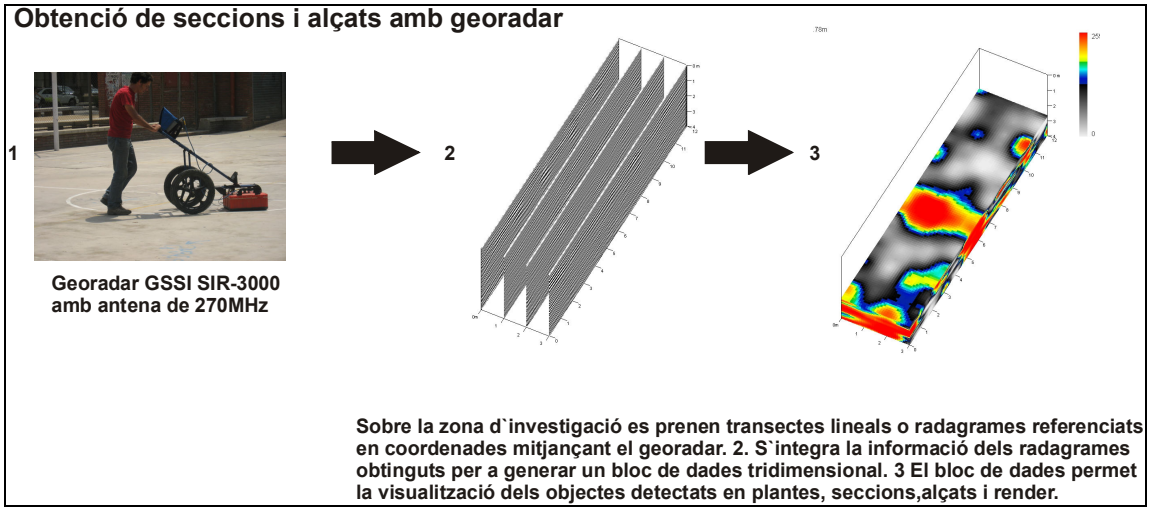


Fig. 7 Esquema del funcionament del GPR (Ground Penetrating Radar) i dels tres passos en que consisteix la prospecció amb aquesta tècnica: Obtenció de les dades, procés i interpretació.

La recollida de dades

La majoria de sistemes de prospecció geofísica aplicables a l'arqueologia es basen en la mesura de diferents magnituds del sòl de manera ordenada en el l'espai (també en el temps en el cas del georadar). Expressant gràficament aquestes mesures generem mapes de propietats del subsòl per identificar estructures arqueològiques. Per a prendre les mesures s'aplica sobre la zona a explorar una quadrícula o *grid* de lectura que servirà per a ubicar cada lectura dels sensors aplicats a una unitat de superfície (Fig. 8).

Fig. 8 Fotografies preses durant la feina de camp a *Lady Field*. Mostren a l'arqueòleg-geofísic prenent les dades de forma ordendada seguint una cinta mètrica com a guia.

Paràmetres i ajustos del sistema de georadar en aquest cas d'estudi

Tota la investigació es realitzar amb el sistema de georadar GSSI SIR-3000 i una antena de 400MHz. Es van seguir uns ajustaments constants del sistema:

Densitat de lectura y (sentit de lectura): 0.02m

Densitat de lectura x (separació entre lectures): 0.5m

Profunditat d'exploració: 70 ns (a velocitats de propagació de 0.065 m/ns i constant dielèctrica de 21,3)

Mesures de 16 bits, 512 samples/scan

Procés de les dades

Tal i com s'ha exposat a l'apartat de metodologia, la tècnica utilitzada per a l'anàlisi dels resultats s'anomena time-slicing (talls de temps). Els radagrames obtinguts s'han situat en una malla comuna (fent servir 10sc/m) i s'han integrat matemàticament per a obtenir un bloc tridimensional, un cub de dades que s'ha representat en forma de plantes i seccions per a representar les estructures detectades. Per dur a terme aquest ajust s'han aplicat diversos programes informàtics per a la correcció de defectes de la senyal obtinguda i una representació òptima dels resultats.

Resultats

Les plantes de georadar obtingudes desprès del procés de les dades (Fig. 9) ens permeten distingir diverses anomalies localitzades a diferents cotes i en gairebé tota la zona explorada. En primer lloc, les imatges esquemàtiques representades a la figura x desvetllen la presència d'una estructura possiblement rectangular (1), orientada NE-SW, al cantó NE de la zona de prospecció i ubicada entre les cotes aproximades de 10cm i 90cm sota superfície. Es tracta, doncs, d'una possible estructura constructiva de 80cm de potència.

A la imatge 10 es pot apreciar el detall de l'evolució en profunditat de l'estructura, en una escala blanc-negre, que permet apreciar l'anomalia d'una forma més contrastada, i una altra de colors. L'anomalia d'alt contrast delimita un espai interior d'uns 11m x 5,5m amb dues possibles entrades; una al lateral oest i l'altra al sud. L'estructura sembla extendre's cap al nord fora de l'espai de prospecció.

En relació amb aquesta estructura apareix, a una cota de 40cm sota superfície, una anomalia lineal (3) que segueix la mateixa orientació que l'anomalia esmentada, i que creua tota la zona d'exploració. Aquesta anomalia també desapareix a uns 90cm sota superfície. Associades a aquesta estructura lineal apareixen quatre anomalies més en el seu costat E. Són paral·leles entre elles - amb una separació entre elles de 10m- i perpendiculars a l'estructura principal. Algunes d'aquestes línies s'extenen també pel costat W de l'estructura principal. Aquest conjunt es podria

relacionar amb les restes d'una xarxa urbana, treballs agrícoles o un sistema de drenatge del terreny.
Entre 30cm i 70cm sota superfície es detecta una anomalia lineal (2) orientada pràcticament EW que, per la seva potència i linealitat, podria tractar-se d'una rasa o conducció no metàl·lica.
Per sota de la cota de 90cm sota superfície s'aprecia una possible anomalia rectangular (5) però que, en estar orientada en el mateixa direcció que el sentit de lectura de la prospecció, podria correspondre amb una interferència o error de lectura. En tot cas, es podria tractar d'un espai d'uns 10mx12m.
Entre els 40cm i els 80cm sota superfície apareix un espai d'alta amplitud sense forma definida (4) al costat SW de l'àrea de prospecció. Podria estar relacionat amb l'estructura lineal nº3 i tractar-se d'una acumulació de materials constructius. El mateix succeeix al sud de l'àrea de prospecció (4), però en un nivell més superficial (entre els 10cm i 50cm sota superfície).

En resum, s'aprecien quatre possibles moments arqueològics. El primer, corresponent al nivell més recent (comença a uns 10cm sota superfície), està representat per la possible estructura constructiva rectangular ubicada a l'extrem NE de la zona explorada; el segon consta d'una possible rasa o conducció a una profunditat compresa entre els 30cm i els 70cm sota superfície; el tercer conté la xarxa d'estructures lineals de possible caràcter agrícola que apareixen entre els 40cm i 90cm sota superfície, i estarien relacionades amb l'estructura constructiva; i, per últim, la possible estructura constructiva –tot i que podria tractar-se d'un error de lectura- a la cota més profunda de 90cm sota superfície, conformaria el moment més antic de la seqüència (Figs. 11 i 12).

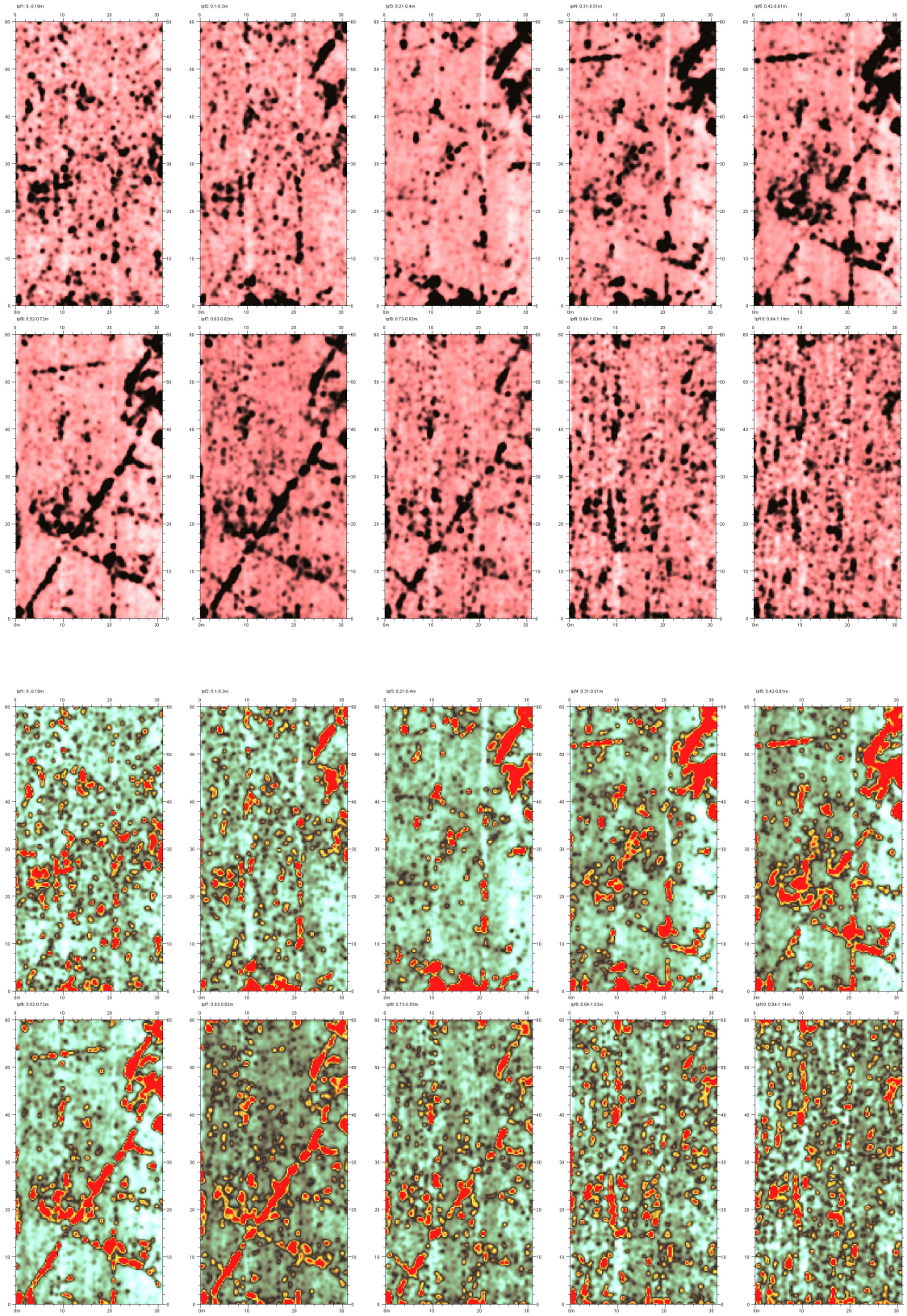


Fig. 9 Plantes generades a partir de la prospecció realitzada i el procés de les dades obtingudes. Mostren la presència d'anomalies geofísiques identificables

amb restes arqueològiques de caràcter constructiu i agrícola. S'han utilitzat dues cartes de colors diferents, que permeten apreciar detalls diferents.

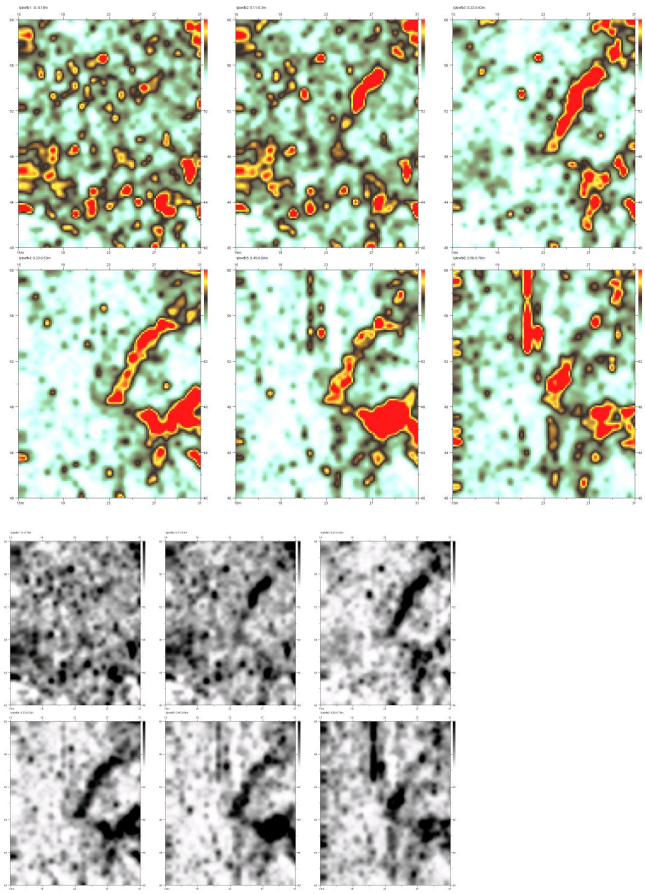


Fig. 10 Detall de l'estructura rectangular detectada a la cantonada NE-SW del quadre de prospecció, a una profunditat d'entre 10cm i 90cm sota superfície. La imatge A mostra les plantes obtingudes amb georadar en una escala de colors i la imatge B les mostra amb una escala blanc-negre, que ofereix un contrast més nítid.

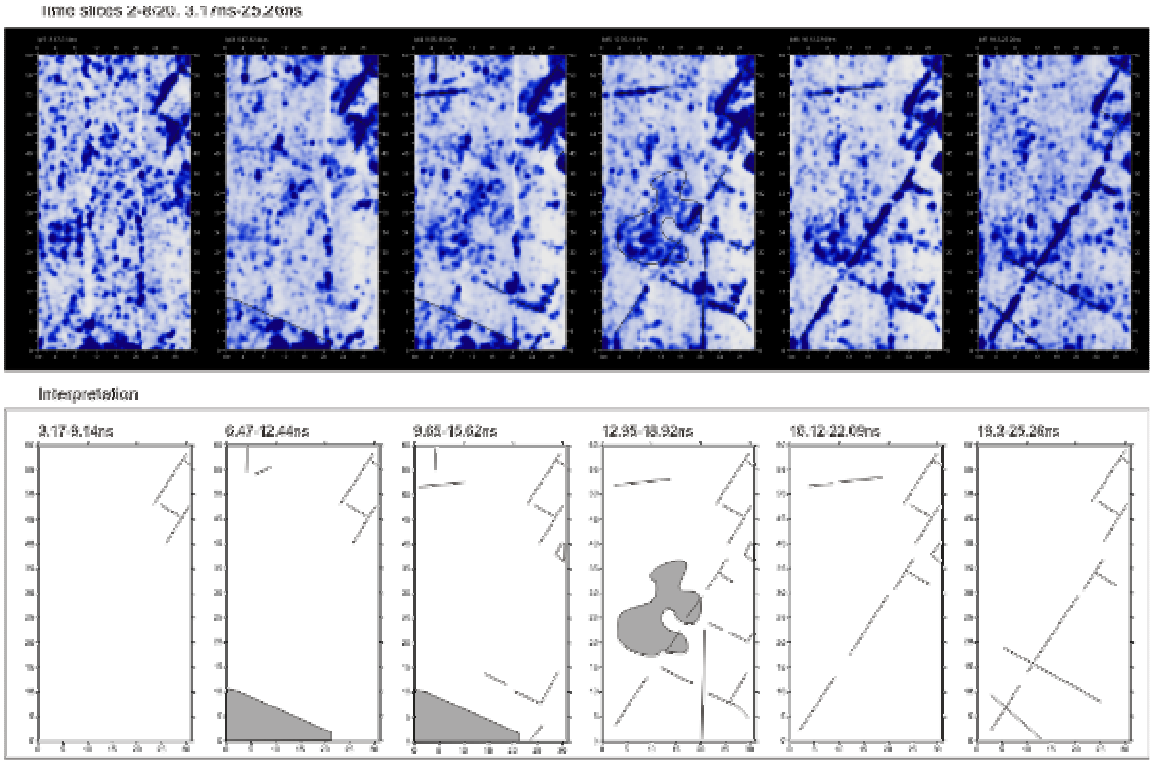


Fig. 11 Seqüència interpretativa de les plantes obtingudes entre 3,17ns i 25,26ns.

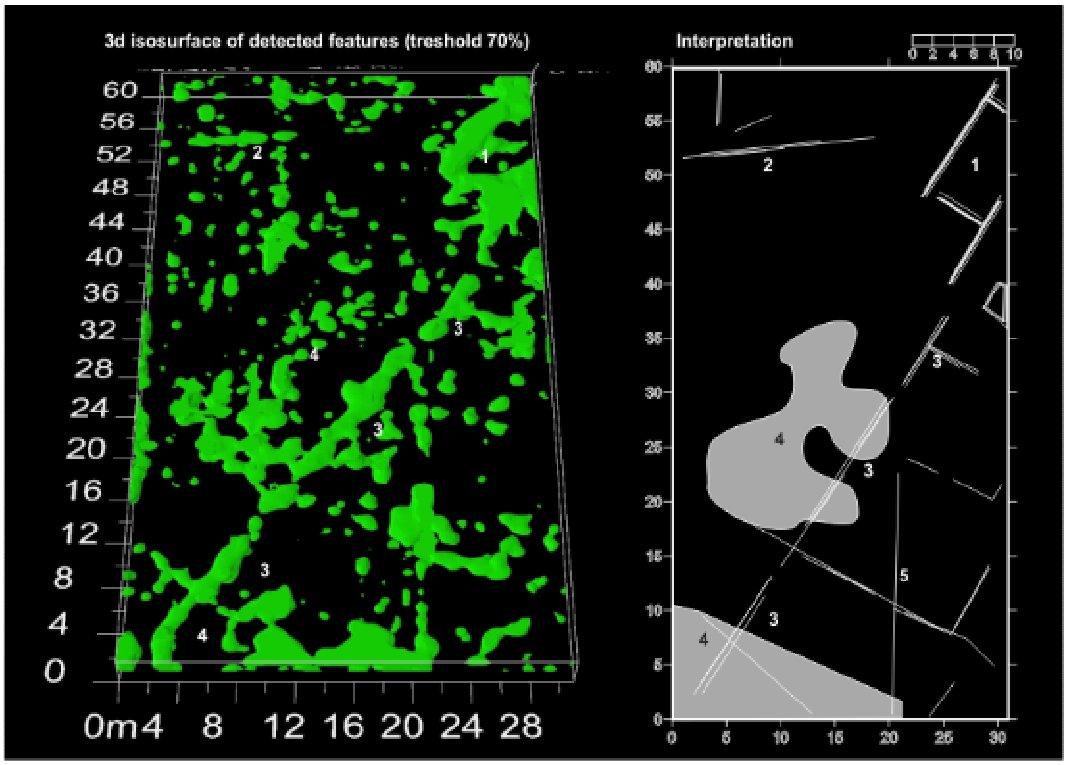


Fig. 12 Representació volumètrica de les anomalies de radar de major amplitud (a l'esquerra) i interpretació de les anomalies més significatives i definides (a la dreta).

Conclusions

L'estudi amb GPR al jaciment arqueològic de *Lady Field* (*Woolston Manor Farm*, Somerset, Gran Bretanya) ens ha permès obtenir informació fins el moment desconeguda sobre les característiques i relacions entre les estructures de caràcter antròpic ubicades al subsòl del jaciment. Ha demostrat que existeixen anomalies identificables amb restes arqueològiques - donades les seves formes geomètriques- que podrien estar relacionades entre elles i correspondre a estructures d'hàbitat o xarxa urbana, estructuració del terreny amb finalitats agrícoles, o un sistema de drenatge agrícola. També hi podria haver, en el nivell més superficial, una rasa o conducció no metàl·lica.

La forma en que aquesta informació és presentada –plantes o talls horitzontals a diferents profunditats- és molt entenedora pels arqueòlegs que treballen al jaciment i, per tant, una bona manera de transmetre'ls les novetats aportades per la prospecció geofísica.

La realització de l'estudi ha constatat la viabilitat dels estudis amb GPR com a forma no invasora d'explorar les restes encara soterrades i, per tant, no visibles, dels jaciments britànics, on les característiques geològiques i climàtiques es veuen com a poc propícies per portar a terme aquest tipus d'estudi. Si bé és cert que no es va poder explorar el jaciment en extensió donades les condiciones meteorològiques –que farien malbé la maquinària de prospecció i saturarien el terreny d'aigua, fent la prospecció inviable- la part que es va poder prospectar ha ofert bons resultats.

Per tant, com a conclusió es podria dir que l'ús del sistema de prospecció geofísica conegut com GPR és aconsellable com a forma complementària –inclús única, si no hi hagués possibilitat de fer servir altres mètodes- a altres formes d'explorar els jaciments arqueològics britànics, perquè les

dades que pot aportar són diferents a les que poden oferir altres sistemes geofísics –que mesuren altres variables- i menys invasores que l'excavació arqueològica.

Tot i que hauria estat interessant poder comparar els resultats de la prospecció amb els resultats de l'excavació del jaciment - que es va a portar a terme durant l'any 2008- aquesta tasca no s'ha pogut realitzar encara per no estar disponible de moment la memòria d'excavació.

Bibliografia

Conyers, L. B. i Goodman, D. (1997): *Ground-Penetrating Radar. An Introduction for Archaeologists*, Altamira Press, Walnut Creek, Estats Units.

Gaffney, C. i Gater, J. (2003): Revealing the Buried Past. Geophysics for Archaeologists, Tempus, The Mill, Brimscombe Port Stroud, Gloucestershire.

Goodman, D. (2004): *GPR-Slice. Ground Penetrating Radar Imaging Software. User's Manual.* Geophysical Archaeometry Laboratory, California.

Kvamme, K. L. (2000): Current Practices in Archaeogeophysics. Magnetics, Resistivity, Conductivity, and Ground-Penetrating Radar; *Earh Sciences and Archaeology* (Goldberg, P., Holliday, V. T. iFerring, C. R.), Kluwer Academic / Plenum Publishers, Nova York.

Leckebusch, J. (2003): *Ground-Penetrating Radar: A Modern Three-dimensional Prospection Method*, "Archaeological Prospection", John Wiley & Sons, Wiley InterScience, 10, 213-240.

Linford, N. (2004): *From Hypocaust to Hyperbola: Ground-penetrating Radar Surveys over mainly Roman Remains in the UK*, "Archaeological Prospection", John Wiley & Sons, Wiley InterScience, 11, 237-246.

Nishimura, Y. i Goodman, D. (2000): *Ground-penetrating Radar Survey at Wroxeter*, "Archaeological Prospection", John Wiley & Sons, Wiley InterScience, 7, 101-105

Tabor, R. (2008)a: *Woolston Manor Farm, North Cadbury, Somerset: an outline report of fieldwork in 2006-07 by the South Cadbury Environs Project.* Proceedings of the Somerset Archaeological and Natural History Society, 83-96.

Tabor, R. (2008)b: *Cadbury Castle: The Hillfort and Landscapes*, The History Press.

Tabor, R. (ed.) (2004): *The South Cadbury Environs Project, Fieldwork Report 2002-2003*, Univeristy of Bristol, Centre for the Historic Environment, Bristol.

Tabor, R. (ed.) (2002): *The South Cadbury Environs Project, Fieldwork Report, 1998-2001*, University of Bristol, Centre for the Historic Environment, Bristol.

Mapes:
http://www.streetmap.co.uk/map.srf?X=365847&Y=127671&A=Y&Z=115