

Estudi geoarqueològic de les estructures C3 i C4 del jaciment de La Almoloya (Pliego, Múrcia)

Judit Brià Casarramona

Tutors:

Ma Mercè Bergadà

Rafael Micó

Màster en Estudis avançats en Arqueologia

Setembre 2024



**UNIVERSITAT DE
BARCELONA**

Resum

La Almoloya és un dels assentaments més importants de l'Edat del Bronze (2200-1550 BCE) del SE peninsular. Es tracta d'un jaciment estudiat des de fa dècades que destaca per la seva riquesa en material recuperat, pel seu estat de conservació i per la seva extensió. Aquest estudi presenta una sèrie d'anàlisis micromorfològiques i de difracció de raigs X que permet determinar les característiques de dues estructures C3, C4 i de l'estança H80; àmbits que es trobaven en funcionament entre els 2000-1750 BCE i dels quals se'n té molt poca informació sobre les seves funcions dins del jaciment. Aquesta aproximació permet definir els processos de formació dels rebliments de les estructures i a la vegada permet inferir el seu ús i la seva relació amb els materials constructius d'H80. Aquesta perspectiva geoarqueològica aporta llum sobre nous aspectes de la comunitat de La Almoloya durant aquesta etapa cronològica.

Paraules clau: Micromorfologia, La Almoloya, Edat del Bronze, Terra crua, Processos de formació de jaciments.

Abstract

La Almoloya is one of the important Bronze Age (2200-1550 BCE) settlements of the SE Iberian Peninsula. It is a site that has been studied for decades and stands out for its wealth of recovered material, its state of preservation and its extension. This study presents a series of micromorphological and X-ray diffraction analyses to determine the characteristics of two structures C3, C4 and room H80; areas that were in use between 2000-1750 BCE and for which very little information is known about their functions within the site. This approach makes it possible to define the formation processes of the infilling of the structures and at the same time to infer their use and relationship with the construction materials of H80. This geoarchaeological perspective brings to light new aspects of the community of La Almoloya during this chronological stage.

Key words: Micromorphology, La Almoloya, Bronze Age, Raw earth, Site formation processes.

INDEX

1. Introducció i objectius	4
2. Situació geogràfica i geològica.....	5
2.1. Situació geogràfica	5
2.2. Marc geològic regional.....	6
2.2.1 <i>Estratigrafia de Sierra Espuña</i>	<i>7</i>
2.2.2. <i>Context geomorfològic</i>	<i>10</i>
3. El Argar i La Almoloya.....	11
3.1. El Argar.....	11
3.1.1. <i>La Bastida</i>	<i>13</i>
3.1.2. <i>Tira del Lienzo</i>	<i>14</i>
3.1.3. <i>El final de l'època argàrica</i>	<i>15</i>
3.2. La Almoloya: Història i antecedents.....	16
3.2.1. <i>Les primeres intervencions.....</i>	<i>16</i>
3.2.2. <i>Intervencions recents</i>	<i>17</i>
3.2.3. <i>Les tres fases de La Almoloya</i>	<i>18</i>
3.2.4. <i>Les estructures C3 i C4.....</i>	<i>20</i>
3.2.5. <i>L'habitació H80</i>	<i>23</i>
4. Micromorfologia de sòls en registres arqueològics	24
4.1. Introducció.....	24
4.2. Reptes per a la recerca.....	26
4.3. El futur de la disciplina.....	27
5. Materials i mètodes.....	28
5.1. Introducció.....	28
5.2. Metodologia de la micromorfologia de sòls:protocol d'estudi.....	28
5.2.1. <i>Descripció i mostreig</i>	<i>28</i>
5.2.1. <i>Limitacions i desafiaments de la Difracció de Raigs X</i>	<i>35</i>
5.2.2. <i>Elaboració de les làmines primes i paràmetres descriptius.....</i>	<i>30</i>
5.3. Metodologia de la difracció de DRX.....	32
5.3.1. <i>Introducció i protocol de laboratori.....</i>	<i>32</i>
6. Resultats.....	37
6.1. Anàlisi micromorfològica.....	37
6.2.Difracció de rajos X (DRX)	50
7. Discussió.....	54
7.1. Les estructures C3 i C4 i el paper de l'aigua	54
7.1.1 <i>Introducció</i>	<i>54</i>
7.1.2 <i>Característiques microestratigràfiques del rebliment de les estructures C3 i C4</i>	<i>57</i>
7.2.Materials de construcció de l'estança H80: mur i paviment	58
7.2.1. <i>Procedència dels materials constructius.....</i>	<i>58</i>
7.2.2. <i>Diferències en el procés de construcció de terra crua.....</i>	<i>60</i>
7.3. Activitat humana. Possibles funcions d'H80.....	61
7.4. Fases 1 i 2 de La Almoloya: implicacions de les estructures C3 i C4 i de l'habitació H80	64
8. Conclusions	66
9. Agraïments.....	68
10. Bibliografia.....	69

1. Introducció i objectius

Aquest estudi utilitza diverses disciplines pròpies de la geoarqueologia com són la micromorfologia de sòls i la difracció de raigs X amb la finalitat d'entendre un dels conjunts arquitectònics més enigmàtic del jaciment de La Almoloya, assentament que inicia la seva història a l'edat del bronze i està situat al SE peninsular. Aquest jaciment destaca per ser un dels assentaments més importants dins de la cultura argàrica que es comença entre el 2200 i el 1550 BCE. Un altre fet remarcable és la impressionant preservació dels diversos complexos residencials i les riques tombes que s'hi han localitzat, donat l'incendi generalitzat que es va donar poc abans del seu abandonament.

Les estructures en les quals se centra aquest estudi són C3, C4 i els materials constructius de l'habitació H80, totes tres situades al sector sud del jaciment i pertanyent a la segona fase d'ocupació (2000-1750 BCE), quedant amortitzades a inicis de la tercera i última fase. A causa de la mala preservació de les estructures conservades de la segona fase, al trobar-se just per sota de les estructures més recents es presenten com la perfecta oportunitat d'estudiar les construccions d'aquesta època. A més a més, les tres estructures presenten varies peculiaritats i interrogants que les fan idònies per a l'estudi.

Els objectius d'aquest treball són diversos encara que tots es troben relacionats amb les tres estructures, reblertes per sediments.

De manera desglossada, són els següents:

- Origen dels materials del rebliment de les estructures i de l'habitació H80. Interpretació de les relacions entre les dues estructures i l'habitació H80.
- Ús i funcionament de les estructures i la seva relació amb la resta del jaciment.
- Conèixer les característiques de les construccions i les tècniques de construcció i elaboració dels materials que contenen, principalment de l'habitació H-80 com el mur i el paviment.
- Relació entre els rebliments de les estructures i H-80 i el context geològic i geomorfològic de la zona
- Identificar els processos postdeposicionals, edàfics, que han condicionat els rebliments estudiats.

2. Situació geogràfica i geològica

2.1. Situació geogràfica

El jaciment de La Almoloya, amb coordenades UTM-X: 631162, Y: 4201825 i Z: 585.7, se situa a la zona septentrional de Sierra Espuña entre els termes municipals dels pobles de Mula i Pliego. Està situat sobre un turó de calcàries bioclàstiques de 585 m, el jaciment domina la plana del riu Pliego d'època miocènica i formada per margues i conglomerats que s'estenen cap al nord. La visió des del turó arriba a ser d'uns 1000 Km² el què li confereix un gran valor estratègic i justifica, en part, la localització del jaciment, que s'inicia fa més de quatre mil anys Lull et al. 2016.

A la vegada Sierra Espuña és, aproximadament, el centre geogràfic de la regió de Múrcia i un dels elements principals de la zona meridional de la Serralada Bètica. Sierra Espuña se situa com ja s'ha dit a la Regió de Múrcia entre les localitats d'Alhama de Múrcia i Totana pel Sud, Gebas per l'est, Pliego i Casas nuevas pel Nord i Aledo per l'oest (Figura 1).

Ens trobem en un entorn de bosc mediterrani caracteritzat per estius càlids i secs i hiverns freds i humits amb precipitacions que oscil·len entre els 300 i els 700 mm anuals. Aquestes dades són de caràcter general; ja que, actualment el SE peninsular presenta condicions semiàrides amb un alt grau d'escassetat hídrica, salinització de sòls i una reducció de la cobertura vegetal el què deriva en una tendència constant cap a la desertització i erosió de l'entorn (Celma, 2015).

La Regió de Múrcia, on trobem el jaciment de La Almoloya és una de les zones més afectades per aquest fenomen, ja que es troba especialment antropitzada amb clars signes de degradació ecològica a causa de la desertització. Tot i això, Sierra Espuña, es considera una zona amb més humitat que la resta de la regió de Murcia el què les situa en el domini subhumit de la regió en contra del clima semiàrid de la zona.

Actualment, és difícil definir amb exactitud si el clima durant la prehistòria en aquesta regió va ser igual o no a l'actual encara que sembla acceptar-se que el clima era una mica més humit que al present amb un règim més alt de precipitacions que va anar disminuint a mesura que l'impacte antròpic augmentava a la regió fins a l'actualitat (Celma, 2015).



Figura 1: Mapa de situació del jaciment de La Almoloya, el punt negre indica la situació del jaciment.

2.2. Marc geològic regional

Sierra Espuña forma part de la Serralada Bètica, la més meridional de les serralades de la península, ja que arriba fins a l'estret de Gibraltar pel Sud fins a la província d'Alacant.

El què converteix a la Serralada Bètica, i per extensió Sierra Espuña, en un element rellevant per a la història geològica de la península amb la presència de terrenys que engloben els últims 300 anys d'història geològica de la Terra, és a dir des del Carbonífer fins a l'actualitat.

La serralada Bètica, també anomenada les Bètiques, s'ha dividit clàssicament en dos dominis caracteritzats pels elements implicats en la seva formació. Aquests dos dominis són:

- a) Les zones internes, amb materials predominantment metamòrfics corresponent a sedimentacions anteriors al Triàsic.
- b) Les zones externes, comprenen sediments més moderns d'època Mesozoica.

2.2.1 Estratigrafia de Sierra Espuña

La seqüència estratigràfica s'inicia amb els materials del Paleozoic, mal representades a Sierra Espuña, ja que es troben limitats a afloraments puntuals a la base de la unitat de Morrón de Totana. Litològicament, ens trobem davant de nivells de grauvaques amb intercalacions de calcàries, pissarres, margues i quarsites. Tots aquests nivells presenten estructures pròpies dels ambients marins profunds. Se'ls hi atribueix una edat al voltant dels 300 Ma, durant el Carbonífer. El Triàsic és el següent període representat justament per sobre del Paleozoic a causa d'una discontinuïtat estratigràfica associada a unallacuna. A grans trets es troba formada per tres formacions (Martín-Martín, 2010):

- **Detrítica:** presenta una associació de conglomerats, argiles i llims. La successió indica un desenvolupament en ambients continentals i marins somers en un clima àrid on els conglomerats responen a les zones fluvials mentre que les argiles i els llims podrien correspondre a ambients de llacuna. A aquests materials se'ls atribueix als nivells Inferior-Mig del Triàsic.
- **Carbonatada:** apareix de manera gradual sobre els nivells detrítics i es troba dominada per dolomies amb intercalacions de calcàries. Les característiques que presenten, amb abundants bioturbacions, són típiques d'ambients de deposició marins somers. L'edat és similar a la del nivell anterior encara que més recent.
- **Mixta:** presenta nivells siliciclàstics, carbonats amb sílex, nivells dolomítics i nivells d'argiles rics en evaporites (guix). El contacte basal d'aquesta unitat és discordant respecte a la carbonatada i indicaria una regressió marina que donaria pas a ambients costBCers i fluvials que evolucionarien, un cop més cap a ambients marins somers més propis d'una transgressió, ja que aquests fenòmens acostumen a ser cíclics.

El següent període dins la seqüència estratigràfica de Sierra Espuña és el Juràssic, molt ben estudiat gràcies als treballs de Caracuel et al. (2006) i Martín-Martín et al. (2006a). Resultat d'aquests estudis es proposa una divisió en tres fases, que correspon a grans trets amb la divisió formal del Juràssic: Inferior (Lias), Mitjà (Dogger) i Superior(Malm) on les fàcies carbonatades predominen.

La deposició d'aquests tres nivells ens aporta informació sobre la configuració de la terra i la seva evolució, ja que els nivells del Lias ens indiquen una diversificació d'ambients marins a causa de la ruptura de les plataformes del mar Tethys. Durant el

Dogger les fàcies profundes augmenten el que explica la seva riquesa en sílex per la presència d'organismes silícics com radiolaris, propis d'ambients marins de talús. Finalment, el Malm continua amb una deposició de talús amb una sedimentació condensada a causa d'una caiguda del nivell del mar (Martín-Martín, 2010).

Pel que fa al Cretaci la informació disponible és molt limitada, els últims treballs que l'estudien són els de Paquet (1969) i Kampschuur et al. (1972b). Els següents materials de la seqüència estratigràfica són els del Terciari, a Sierra Espuña són especialment importants, ja que és aquí on trobem la successió més completa de sediments post-Triàsics dins les Bètiques. Aquesta successió la podem dividir en dos, uns primers nivells corresponents al Paleocè i Miocè inferior i a continuació, els nivells del Miocè superior.

Estratigràficament el Terciari s'organitza en (Martín-Martín et al., 2010):

- El Paleocè presenta un ambient marí que crea nivells calcarenítics i conglomerats a causa de la fauna planctònica i bentònica que hi habitava (Formació Mula).
- L'Eocè inferior registra uns ambients marins somers i de transició que donen com a resultat les formacions Espuña i Valdelaparra. Els materials predominantssón les margues, les calcarenites i alguns nivells de conglomerat.
- L'Eocè mitjà registra una transgressió marina amb el pas d'un ambient de transició a un de marí profund donant resultat a les formacions Malvariche i Cánovas amb gran abundància de fauna. Els nivells predominants són margues, calcaries i conglomerats.
- L'Eocè Superior presenta un ambient marí de profund a somer amb abundància de fauna i materials turbidítics i margues.
- L'Oligocè inferior continua presentant un ambient marí somer amb abundant fauna en fàcies de conglomerats quarsítics i amb un contacte discordant respecte els materials de l'Eocè Superior. Aquests materials formen la Formació As.
- L'Oligocè superior-Aquitanià Superior presenta una nova transgressió amb el pas d'un ambient marí somer a profund en fàcies pelítiques, margues, llims i conglomerats donant lloc a les formacions Rio Pliego i Bosque.

Respecte als materials més recents, que engloben des del Miocè superior fins al quaternari i, per tant, els més rellevants, ja que és en aquests nivells on trobem el jaciment de la Almoloya, no gaudeixen de cap estudi exhaustiu. Els treballs amb informació disponible sobre aquests nivells es remunten als de Paquet (1969) i als de l'IGME (Kampschurr et al., 1972 a, b). De manera indirecta també podem obtenir informació gràcies als treballs de tectònica recent de Lonergan y Schraiber (1993) i Martín-Martín et al. (2006b) i les observacions directes resultat dels treballs de camp de Martín-Martín et al., (2010).

La informació que se'n pot extreure és que l'estratigrafia miocènica és força simple en ser materials dipositats posteriorment als episodis principals de deformació que va patir la zona de les Bètiques i en concret Sierra Espuña. La primera representació d'aquests nivells són plataformes siliciclàstiques acompanyades de conglomerats a les zones interiors de Sierra Espuña i una segona plataforma de plataforma marina somera localitzada a les zones externes de la Serra.

Finalment, els dipòsits del quaternari es troben relacionats als sistemes fluvials actuals amb nivells de sorres, còdols i llims i a fenòmens de talús com són els blocs caiguts i els glacis (Figura 2).

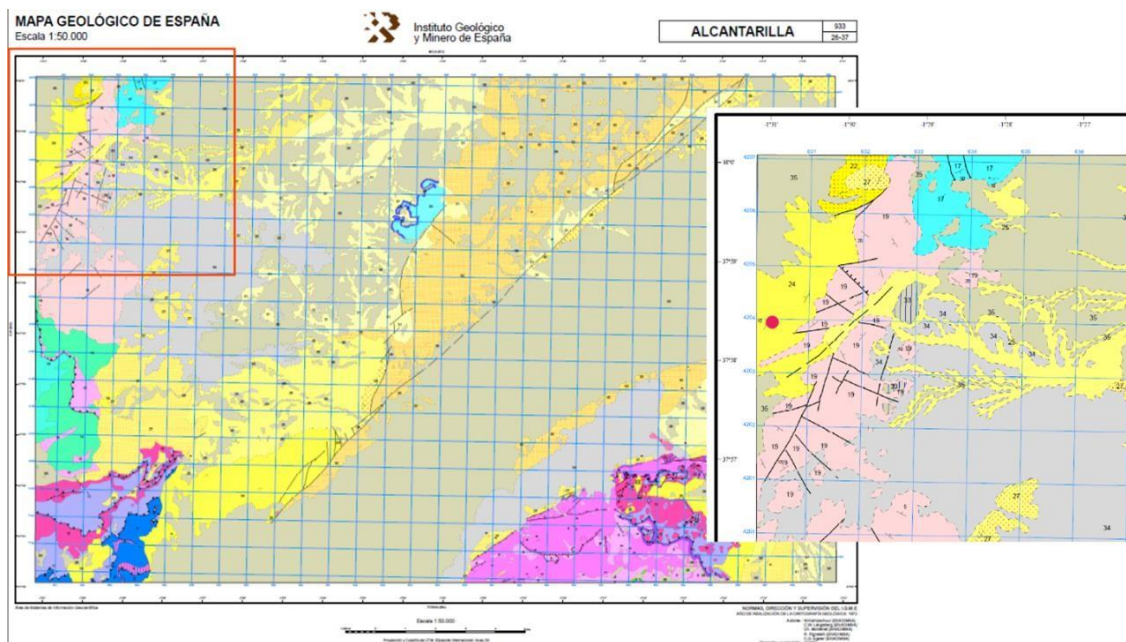


Figura 2: Mapa geològic a escala 1:50000 de la zona de Alcantarilla, extret de l'Institut Geològic y Minero de España (IGME - MAGNA 50 - Hoja 933 (ALCANTARILLA)). El punt vermell mostra la localització de La Almoloya sobre els materials calcaris i margosos que predominen a la zona (colors grocs, ataronjats i rosats).

2.2.2. Context geomorfològic

Existeix un control estructural i litològic pel que fa al relleu de Sierra Espuña, fàcilment es pot comprovar com els punts elevats del relleu es troben constituïts per litologies més resistents com les calcàries i les dolomies mentre que les zones deprimides es relacionen amb litologies més toves com margues i argiles. Aquesta configuració condiciona fortament la xarxa de drenatge, ja que tendirà sempre a seguir les litologies més toves o deprimides.

Geomorfològicament, destaquen les formacions càrstiques situades per sobre dels 1000 m d'altitud i que presenten la seva màxima extensió sobre les calcàries i dolomies que apareixen a la zona més elevada de la serra. Tot i això, Sierra Espuña presenta molt poques coves i una única dolina d'uns 2 km de diàmetre, fractures tabulars sense influència estructural en el terreny i camps d'agulles com el del Morrón de Totana, pròxim al jaciment, formats per la interacció entre diàclasis i plans d'estratificació (Moliner-Aznar. 2022).

Aquesta geomorfologia dona com a resultat un paisatge de barrancs pronunciats on l'aigua de pluja amb prou feines s'infiltra, el què converteix l'erosió hídrica en el principal agent modelador de la zona. Aquestes condicions sumades a l'escassa pluviometria fan que la circulació hídrica superficial sigui escassa de manera que no existeixen cursos fluvials amb un gran desenvolupament a la serra, si que es constata l'existència de fonts vinculades al sistema de fractures càrstiques de les calcàries que afavoreix la infiltració i, per tant, el reompliment dels aqüífers (Moliner-Aznar. 2022).

Respecte als recursos vegetals de la zona, la major part del coneixement per a època argàrica prové de les anàlisis antracològiques de les restes carbonitzades de materials constructius o combustibles entre altres. En l'entorn immediat de La Almoloya hi predominava el pi, identificat en diversos nivells tant d'incendis com d'esfondraments, el què fa pensar que la fusta de pi seria la més utilitzada com a material constructiu (Celdrán, E. 2023).

3. El Argar i La Almoloya

3.1. El Argar

La Almoloya formava part d'una societat molt important del sud-est peninsular dins l'edat del Bronze, El Argar. En aquest apartat farem una breu síntesi sobre El Argar i ens centrarem en jaciments pròxims a La Almoloya com La Bastida i Tira del Lienzo abans de tractar el jaciment objecte d'aquest treball. L'objectiu d'aquest apartat és obtenir una visió general sobre l'organització dels jaciments argàrics i la seva gestió de l'espai per així poder extrapolar aquest coneixement a La Almoloya i en concret a les estructures C3 i C4 i l'habitació H80.

La cultura de l'Argar és coneguda des del segle XIX gràcies a les intervencions dels germans Siret a les regions de Múrcia i Almeria. El seu període de domini s'inicia al voltant del 2200 BCE i finalitza al voltant del 1550 BCE en una extensió de territorial d'uns 35000 Km² englobant les zones de l'actual Múrcia, Almeria, Granada, Alacant, Jaén i Ciudad Real (Lull et al. 2016) (Figura 3).

L'edat del bronze argàric representa un moment de canvi social i econòmic per a la població de la zona. Algunes de les característiques més prominent d'aquesta societat són les construccions en punts elevats i estratègics del territori amb edificis de pedra, en alguns casos monumentals, que desenvolupaven una gran varietat de funcions especialitzades com magatzems, sales de reunions, reservoris d'aigua i enterraments dins muralla. Tots aquests elements plantegen una societat fortament jerarquitzada que al llarg dels seus 650 anys d'història experimenta grans canvis socials que donarien lloc a un control territorial de més de 30000 km² (Lull 1983; Lull et al., 2011).

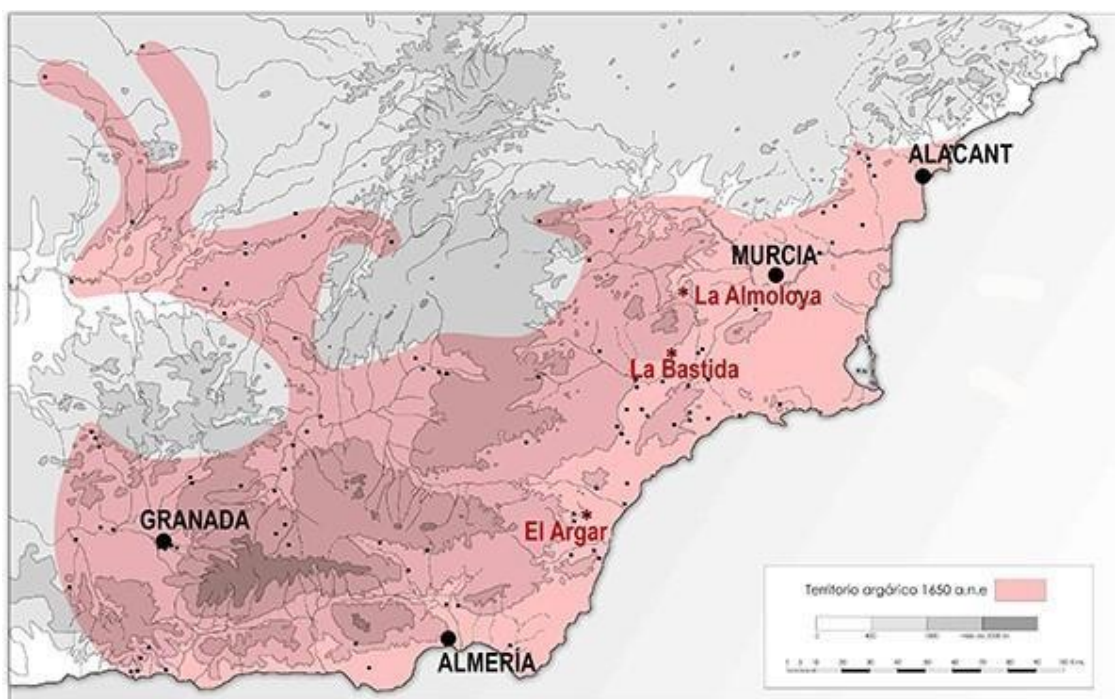


Figura 3: Imatge que mostra la extensió màxima de El Argar. En negre, les poblacions actuals mentre que en vermell es mostren els jaciments arqueològics. © ASOME-UAB.

Utilitzant com a referència les datacions per carboni catorze disponibles des de principis dels anys 90 per González Marcén (1994), s'ha proposat que el territori argàric va patir canvis amb una expansió progressiva des d'una zona nuclear inicial fins a la seva expansió màxima. Aquest procés d'expansió a la vegada permet la seva divisió en tres grans períodes, que són els següents (Lull et al. 2011):

1. Argar Inicial (2200-200 cal BCE): es troba restringit al la conca de Vera i albaix Segura, és un període formatiu on comencen a observar-se els primers elements característics de El Argar després del col·lapse de les societats calcolítiques (Hinz et al., 2019).
2. Argar Ple (2000-1750 cal BCE): es produeix la primera gran expansió territorial cap a les zones actuals de Murcia i Granada. Els elements característics de El Argar es consoliden.
3. Argar Final (1750-1550 cal BCE): s'arriba a la màxima expansió de la societat argàrica. A finals d'aquesta fase hi trobem la desaparició o remodelació intensiva de gran quantitat d'assentaments, desapareixen els enterraments intramurs. S'inicia així l'anomenat <<Bronze Tardí del Sureste>> (González 1978).

Les evidències arqueològiques actuals testifiquen el control territorial de El Argar i la seva influència tant econòmica com política sobre una població de diversos milers d'habitants (Risch, 2002; Lull et al., 2011). A més a més, també s'identifica una uniformitat en les pràctiques funeràries i en les formes ceràmiques que es produïen al llarg de tot el territori argàric.

Un dels elements més distintius d'aquesta societat és l'estricta jerarquització que s'observa en les pràctiques funeràries a través de l'exclusivitat del metall ja fos en forma d'armes, amb alabardes i espases o de bijuteria com diademes de metall per a les dones (Lull, et al., 2014).

3.1.1. La Bastida

La Bastida és un dels jaciments clau per entendre el funcionament d'una capital de El Argar. Presenta una dilatada història d'intervencions que es remunta a la segona meitat del segle XIX i això ha permès recopilar una gran quantitat de materials i informació, el què li confereix un enorme potencial per entendre i conèixer les primeres societats jeràrquiques d'Europa.

La Bastida es troba a 450 m sobre el nivell del mar, entre les Serres de La Tercia i Espuña, a uns 38 km al sud de La Almoloya. Es tracta d'un dels jaciments amb una major extensió, ja que ocupa una superfície d'uns 40000 m², encara que la zona excavada fins al moment és inferior als 6000 m² (Lull, et al., 2014) (Figura 4).

La informació que s'ha obtingut a través de les intervencions de La Bastida han permès dibuixar la seqüència cronològica d'ocupació, que comprèn des del 2200 al 1600 cal BCE, de la següent manera (Lull et al., 2011, 2014):

1. Fase 1 (2200–2025 cal BCE): es caracteritza per tenir les primeres construccions, ovals amb murs de fang amb alguns edificis més grans construïts amb pedra. Aquest període acaba quan la major part del jaciment queda destruït pel foc.
2. Fase 2 (2025–1900 cal BCE): reorganització general de l'assentament. Apareixen les primeres estructures monumentals i un gran reservori d'aigua amb capacitat per a 300000 litres a la zona sud. També es documenten les primeres tombes.
3. Fase 3 (1900 to 1600/1550 cal BCE): la majoria de les estructures que es conserven són d'aquesta fase. L'assentament es caracteritza per tenir una gran quantitat d'edificis de pedra de mides que oscil·len entre els 10 i els 70 m².

S'afegeix una presa al dipòsit d'aigua. La majoria d'enterraments coneguts són d'aquesta fase amb dotzenes d'inhumacions tant individuals com dobles sota el terra dels edificis. És durant aquesta fase que La Bastida va obtenir el seu màxim nombre d'habitants i de control territorial convertint-la en una de les capitals argàriques més influents del període. El seu abandonament definitiu es produeix entre el 1600–1550 cal BCE.



Figura 4: Imatge que mostra una visió aèria de La Bastida des de la seva vessant sud-e st. A l'esquerra s'hi observa l'àrea residencial.© ASOME-UAB.

3.1.2. Tira del Lienzo

Tira del Lienzo és un petit centre urbà de 4,5 ha situat a 7 km de distància de La Bastida amb una població total aproximada de 1000 persones entre el 2200 i el 1550 cal BCE quan s'abandona (Lull et al., 2011, 2014). La particularitat d'aquest jaciment és que a diferència de La Bastida, Tira del Lienzo se situa a la plana fèrtil del riu Guadalentín. La seva proximitat amb La Bastida juntament amb la seva situació fa que s'hagi proposat com a jaciment satèl·lit d'aquesta (Lull et al., 2015a).

El jaciment inicia la seva història amb la construcció d'una muralla perimetral i l'accés principal a l'assentament, situat a la zona est. S'hi accedia a través d'un camí ascendent des de la base del petit turó on se situa Tira del Lienzo. Molt poques restes es conserven d'aquesta etapa fundacional, els elements més clars són alguns murs mal conservats construïts directament sobre el substrat geològic.

El segon període del jaciment ve marcat per un incendi uns 100 anys després de la seva fundació, al voltant del 3850 BCE i que implica la remodelació arquitectònica del jaciment. Es construeixen set habitacions als sectors nord i est al voltant de H1, l'edifici central de Tira del Lienzo (Lull et al., 2015a). Aquest edifici central era el cor de l'assentament i les troballes més importants són set artefactes lítics relacionats amb la metal·lúrgia de plata, eines de molta de material obtingut a més de 20 km de distància del jaciment i atuells ceràmics (Lull et al., 2015a).

L'última fase de Tira del Lienzo comença igual que l'anterior, amb un incendi d'origen incert que destrueix l'assentament. Després d'aquesta destrucció es reconstrueixen els diversos complexos artesanals i residencials seguint la mateixa estructura preexistent.

3.1.3. El final de l'època argàrica

La societat argàrica i en conseqüència els dos jaciments esmentats en aquest apartat juntament amb La Almoloya desapareix al voltant de l'any 1550 BCE, alguns dels jaciments més importants com Fuente Àlamo i Gatas (Almeria) són reocupats per comunitats del Bronze final del SE, també anomenat l'Horitzó de Villena. Actualment, es creu que la desaparició de El Argar es deu a una combinació de factors socials i mediambientals com (Lull et al., 2014):

- L'augment de les desigualtats socials, el que empitjorava les condicions de vida d'una gran part de la població.
- L'exhauriment dels recursos a causa de la sobreexplotació.
- La dependència en un sol cultiu, blat, que tornava vulnerable la subsistència de les comunitats en cas de males collites.

Encara queden molts interrogants plantejats per a la societat de El Argar i és per això que grans esforços s'estan duent a terme per continuar-ne l'estudi; ben segur, que les excavacions i investigacions dels pròxims anys aportaran més llum sobre el final de El Argar i tota la seva cultura i complexitat.

3.2. La Almoloya: història i antecedents

El jaciment de La Almoloya inicia la seva ocupació a principis de l'edat del bronze; però, destaca principalment per la seva fase final amb un traçat urbanístic complex. Format per multitud d'estances, tallers, una sala de reunions i complexos habitacionals connectats a través de carrers i carrerons de dimensions reduïdes, aprofitant el màxim l'espai de què disposaven.

3.2.1. Les primeres intervencions

La història de La Almoloya s'inicia al segle passat quan les primeres restes arqueològiques es van donar a conèixer gràcies als quatre dies d'excavació duts a terme per Emeterio Cuadrado i Juan de la Cierva durant l'estiu de 1944 (Cuadrado, 1945a i b; Cierva i Cuadrado, 1945). Van ser assistits per un grup d'obriers que els va permetre intervenir en dos sectors de la plataforma i posar al descobert vuit sepultures, restes de construccions en pedra de dues habitacions i dues rampes d'accés així com un gran conjunt d'objectes lítics, ceràmics i ossis (Lull, 2016). Aquests descobriments van servir per afirmar que La Almoloya es tractava d'un jaciment argàric.

Malauradament, el descobriment de La Almoloya que la va donar a conèixer també la va convertir en objecte d'espolis generalitzats a mitjans del segle passat, fet que va malmetre algunes de les estructures i que de ben segur ha suposat la pèrdua d'objectes i d'informació de valor arqueològic. Aquest procés d'espoli va ser especialment intens durant les dècades dels anys 70 i 80 i són d'especial rellevància vuit tombes espoliades on el seu aixovar ceràmic i metàl·lic es troba, actualment, en col·leccions privades (Ayala y Polo, 1986; Lull et al., 2013).

3.2.2. Intervencions recents

Les excavacions actuals s'inicien l'any 2013 motivades per la intervenció a gran escala de La Bastida (Lull et al., 2011) que apuntava a la presència de nuclis importants de població de principis de la època argàrica. Al situar-se prop de La Bastida, La Almoloyapresentava les condicions ideals per ser un nucli urbà de gran importància com així ha estat.

El primer pas, va consistir en la neteja de tota la plataforma superior del turó amb l'objectiu d'avaluar el dany que havien causat els espolis i documentar possibles indicis de la trama urbanística. Aquestes observacions preliminars van permetre per una banda, identificar la concentració concèntrica d'espolis a la perifèria del jaciment i per l'altre, identificar quins

sectors del jaciment podien trobar-se intactes al no veure indicis ni de forats ni de desperfectes que posessin en perill la integritat de les possibles estructures enterrades.

Seguidament, es van iniciar les excavacions extensives de diversos sectors amb dos objectius: primer, definir en termes generals l'urbanisme del jaciment i segon, determinar la seqüència cronològica de les ocupacions, el nombre i com se succeeixen al llarg del temps. Els resultats van ser excepcionals i van superar totes les expectatives amb la revelació de tres fases d'ocupació. Les primeres datacions amb C14 situen la fundació de La Almoloya entre el 2150-2100 cal BCEE i l'abandonament es va produir al voltant del 1550 cal BCEE.

Actualment, les intervencions se centren en la conservació i consolidació de les estructures amenaçades pels canvis atmosfèrics com pluja o vent que poden deteriorar ràpidament les estructures i l'aparició de sals que per capil·laritat originen cristallitzacions que ocasionen la fracturació de murs i, per tant, poden arribar a la seva desestabilització.

El resultat de les diverses campanyes d'excavació dutes a terme a La Almoloya queden reflectides en la planta general del jaciment (Figura 6).

3.2.3. *Les tres fases de La Almoloya*

Al llarg de la seva història, La Almoloya va patir canvis en la seva arquitectura i planta que van modificar els nou complexos arquitectònics en què es divideix el jaciment. Tot aquest entramat arquitectònic va estar en funcionament durant els últims dos segles de la societat argàrica. Es poden distingir tres fases, cada una amb una organització diferent i amb edificacions d'una qualitat i trama diferents als observables avui en superfície. En total s'han identificat tres fases (Lull et al., 2016), que es descriuen a continuació:

- **La primera fase:** és la fase més antiga del jaciment i en conseqüència la més desconeguda, s'ha datat entre el 2200 i el 2000 BCEE. Es caracteritza per tenir habitacions amb murs corbats i base de pedra mentre que l'alçat de paret es feia combinant terra crua amassada i bigues de fusta. Entre els objectes més notables dins aquesta cronologia hi trobem un braçalet de petxina i un altre d'ivori (Lull et al. 2015b). També abunden les restes de fauna amb marques de tall, el que evidencia el processat càrnic i la importància que se'ls hi donava durant aquesta fase. Tant les estructures C3 com C4 i l'habitació H80 que s'estudien en aquest treball pertanyen a aquesta fase. H80 deixa d'estar en funcionament al voltant del 2000 BCEE.

- **La segona fase:** comprèn del 2000 al 1750 BCEE. Es desconeix la disposició exacta dels complexos habitacionals, però sí que s'identifica un anivellament de la superfície de manera que el desnivell en direcció est és menys pronunciat. En aquest període destaquen especialment les tombes i els seus aixovars amb l'aparició de pics de banya de cérvol i l'aparició de les primeres armes especialitzades com l'alabarda. L'aparició d'aquestes armes fa pensar en l'aparició d'una elit social seguida d'una "ciutadania" i finalment esclaus a l'esglaó social més baix (Lull et al., 2015c; Lull et al., 2016). És també en aquest moment quan es crea la cisterna d'aigua al complex 3. Les estructures C3 i C4 continuen en funcionament fins a finals d'aquesta fase, quan es rebleixen i s'abandonen definitivament.

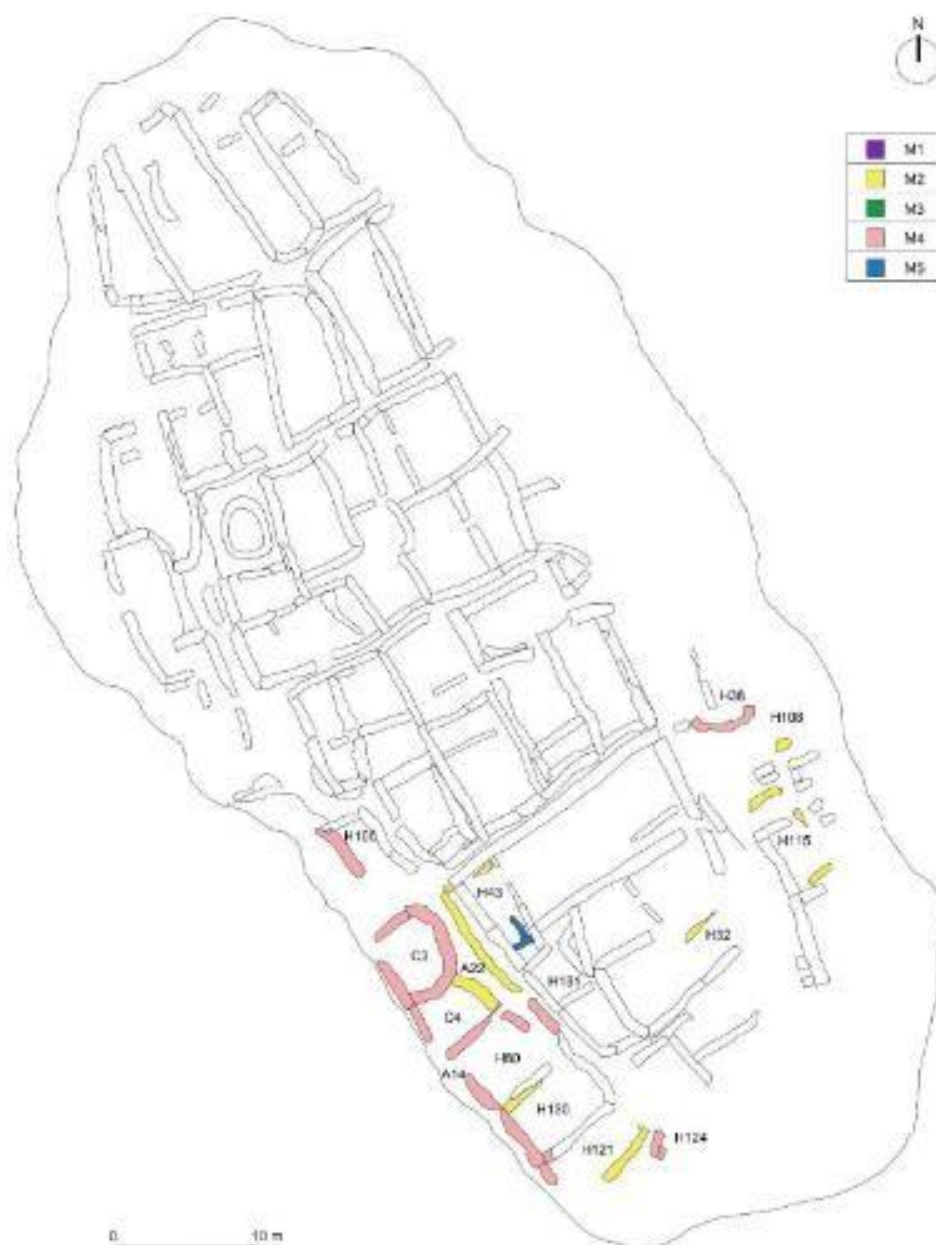


Figura 6: Planta general del jaciment de La Almoloya, amb especial atenció a les estructures de la Fase 1.
Figura extreta de Celdrán, 2023

- **La tercera fase:** cobreix del 1750 al 1550 BCEE i és l'etapa final del jaciment, ja que un cop queda destruït no tornarà a ser ocupat. És en aquest moment que es planifica la trama urbanística que ocuparà tota la superfície del turó i que perdurarà fins a l'actualitat amb un total de 9 complexes habitacionals (Figura 6). L'element més destacable d'aquest període és l'habitació anomenada el parlament. Es tracta d'un espai insòlit dins l'Argar, ja que ocupa 127 m² de

superfície conservant fins a 2,2 m de l'alçat original en alguns punts, al centre s'hi van identificar diversos forats de pals que garantien l'estabilitat de les columnes de fusta que haurien aguantat el sostre. És precisament en aquesta sala on, durant la intervenció de l'any 2014, es va descobrir un dels enterraments més excepcionals de tot el jaciment, amb un aixovar format per 30 peces d'or i plata i joies fetes amb ivori, petxines i pedres semiprecioses (Lull et al., 2015b).

La Almoloya, juntament amb la resta de la societat argàrica col·lapsa al voltant del 1550 BCEE i és a causa de la seva ràpida destrucció (incendi generalitzat i enderroc), abandonament i enterrament que les restes arqueològiques han quedat conservades en condicions excepcionals. S'ha mantingut el traçat urbà amb fidelitat i l'organització de les construccions juntament amb murs que conserven en alguns casos més d'un metre de potència. A més a més, aquest procés d'enterrament ràpid va permetre que les restes quedessin protegides de la majoria dels processos postdeposicionals que podrien haver afectat la integritat de les estructures (Schiffer, 1985).

Aquesta destrucció final de la qual la societat argàrica no es recuperarà mai, converteix La Almoloya en una oportunitat per entendre els últims moments d'aquesta comunitat, la seva organització social, canvis tecnològics i els possibles motius pels quals es va ser destruït.

3.2.4. Les estructures C3 i C4

Es tracta de dues estructures situades a la zona SO del jaciment just al costat de l'entrada i adossades a muralla (Figura 6). C4 situada més a l'est però adjacent a C3 i ambdues associades a la primera meitat de la segona fase de La Almoloya. A banda de les dues estructures que s'estudien existeix una tercera estructura anomenada C2 adjacent a C3 i que no es tractarà en aquest treball. Com ja s'ha comentat al subapartat anterior les dues estructures es construeixen en algun moment de la primera fase d'ocupació de La Almoloya, s'interpreta que durant aquest temps van estar en funcionament i que serien prou importants com per mantenir-se protegides rere muralles i prolongar-ne ús fins a principis de la tercera fase. És en aquest moment que les estructures queden colmatades i s'hi construeix a sobre un complex habitacional que les inutilitza.

Estructuralment, tant C3 com C4 es troben connectades entre elles sent C4 el dipòsit situat a un nivell superior respecte C3. La zona de contacte entre les dues es troba parcialment

destruïda en un dels extrems i se'n desconeix la llargada total. C4 disposa de dues banquetes i una base de roca mentre que C3 és l'estructura més gran (5 x 4 m, aproximadament) i presenta un pendent pronunciat cap al nord amb la base també aprofitant la roca del substrat del turó (Figura 8). Els murs de les estructures són de pedra lligada amb morter i es troben adossats, per una banda, a la muralla del poblat i per l'altra a un mur interior antic, pertanyent a la primera fase del jaciment i reutilitzat com a mur perimetral de les dues estructures. Es tracta d'unes estructures que encara es troben en procés d'investigació, en conseqüència encara no es gaudeixen de memòries d'intervenció o articles específics que les tractin (R.Micó, comunicació personal, febrer de 2023).

Ambdues tenen com a base el substrat, que presenta una vergència cap al nord i fa que siguin més profundes en aquesta zona respecte a la part que toca la muralla del jaciment. Es tracta de pedra calcària amb poca fracturació que assegura una bona impermeabilització de les estructures.

Durant les excavacions, C4 presentava una potència estratigràfica d'aproximadament 25 cm amb una matriu uniforme a ull nu amb una certa agregació i sense material antròpic. C3 destaca, com ja s'ha dit, per la seva mida considerable i una potència estratigràfica de més de 50 cm en el seu punt més profund i presenta intercalacions de nivells de coloracions grises (7.5 YR 5/3) i vermelloses (7.5YR 4/4), aquests últims sent de menys potència que els primers.

Aquests nivells van resultar estèrils arqueològicament i presentaven una gran duresa a l'hora de fer la intervenció, cosa que va obligar l'equip a fer servir un martell hidràulic. La deposició dels nivells és en forma de tascó-cubeta amb el centre com a punt més deprimit i els extrems com a punt més elevat. Els contactes són nets i abruptes.

S'ha plantejat que es tractaria de dues estructures interconnectades i, per tant, de funció similar encara que incerta, sense paral·lels ni dins del mateix jaciment ni a cap altre jaciment de la zona. Totes aquestes característiques converteixen a C3 i C4 en estructures singulars, fet que les ha convertit en part de l'objecte del nostre treball (Figura 7).

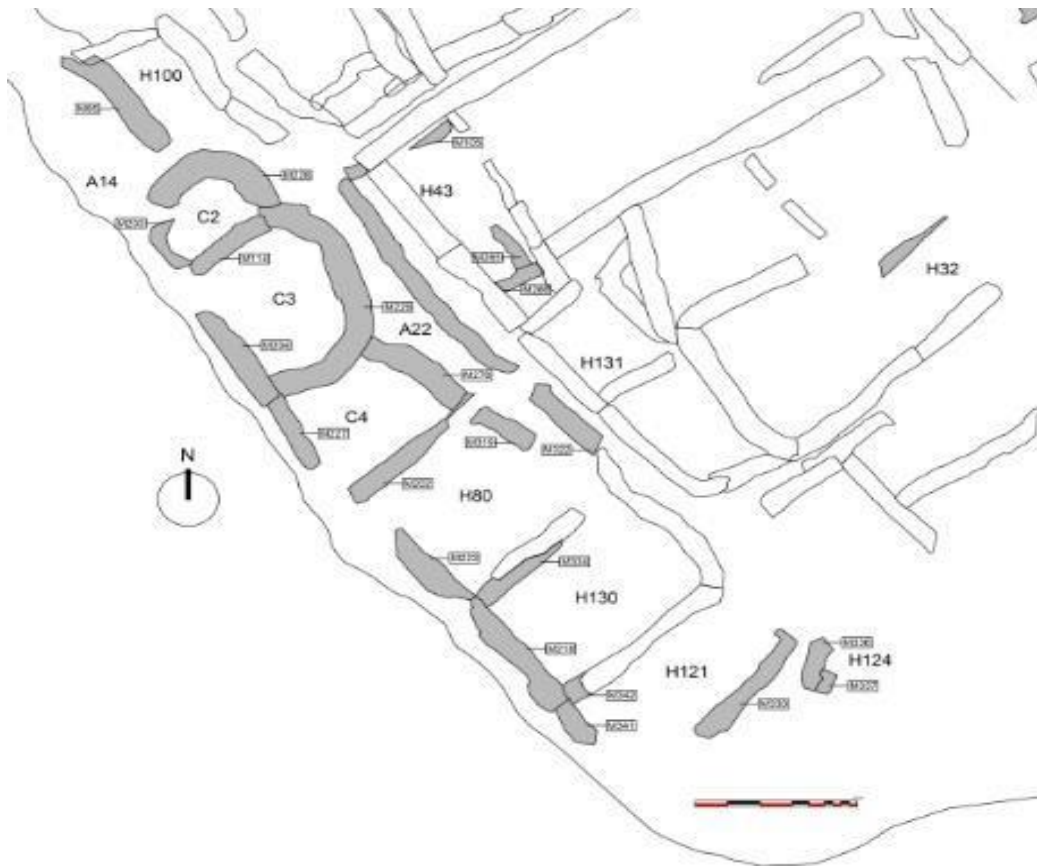


Figura 7: Detall de la planimetria de la Fase 1 amb les relacions estratigràfiques dels murs que formen C2, C3, C4 i H80. Imatge extreta de Celdrán, 2023.



Figura 8: Vista de la estructura C3 des del nord. A la imatge s'observen els subCEonjunts sedimentaris 3A1i 3B1 (ASOME-UAB).

3.2.5. *L'habitació H80*

Es tracta d'una habitació que encara no es troba excavada completament, les mides aproximades són 6 x 5 m. Tot i això, s'ha pogut adscriure la seva cronologia a la primera fase de La Almoloya, en un moment coetani a C3 i C4. Es tractaria d'un espai residencial format per parets amb sòcol de pedra i aixecat de terra i entramat vegetal on s'hi ha identificat elements típics d'aquests espais com són fragments ceràmics, un polidor i fragments ossis (R.Micó, comunicació personal, 21/05/2024). Actualment, ens trobem a l'espera de les pròximes campanyes d'excavació i dels estudis específics sobre el material trobat per aportar més informació sobre aquest complex habitacional (Figura 7).

4. Micromorfologia de sòls en registres arqueològics

4.1. Introducció

L'anàlisi micromorfològica consisteix en l'estudi del sediment a escala microscòpica mitjançant l'observació, descripció i anàlisi dels seus components amb el microscopi petrogràfic. Amb aquesta tècnica podem conèixer i estudiar l'estructura del sediment i determinar-ne la composició en la gran majoria dels casos (Bergadà 1998, Stoops2021).

La micromorfologia de sòls té els seus orígens en les ciències de la terra, concretament dins l'edafologia, a principis del segle XX (Butzer 2007). Els primers treballs encarats cap a aquesta disciplina són de l'edafòleg austríac Kubiëna, l'obra més important és "Micropedology" de l'any 1938. Posteriorment, hi ha un segon treball de referència com és "Fabric and minerals analysis of soils" (Brewer 1964).

Un gran pas en el desenvolupament de la disciplina el trobem amb la creació de la subCEomissió de Micromorfologia de Sòls dins la "International Society of Soil Science (ISSS)" fet que va permetre l'intercanvi d'informació gràcies a les publicacions de les actes celebrades de manera periòdica des de 1958. Una de les grans fites resultatd'aquesta comissió és la publicació de "Handbook for Soil Thin Section Description" (Bullock et al. 1985) que ha servit com a base per a les descripcions micromorfològiques de gran part dels estudis posteriors (Porta et al. 1994 i Porta et al. 2009), fins al punt que el manual ha rebut diverses actualitzacions per part de Stoops (Stoops, 2003; 2021).

L'objecte inicial d'estudi de la disciplina era el de determinar la gènesi de sòls al millorar l'observació de les morfologies i estructures pròpies del sòl. És per això, que tota la seva

expansió cap a altres camps com és l'arqueologia es continuen utilitzant mètodes i conceptes propis de la geologia i especialment de l'edafologia (Cammass 1994).

Pel que fa a les geociències aplicades a l'arqueologia es reconeixen dos períodes diferenciats que marquen la recerca (Courty, 1991):

4.1.1. Arqueologia sedimentària. A finals dels anys cinquanta s'inicia un especial interès en la sedimentologia prehistòrica, especialment a Europa, que permet als arqueòlegs i als geòlegs especialitzats en el Quaternari treballar junts per crear seqüències estratigràfiques amb un gran èmfasi en el factor paleoclimàtic (Campy, 1982; Laville, 1976).

4.1.2. Arqueologia contextual. Emfatitza l'ús de la làmina prima com a eina per diferenciar elements antròpics reflexos de les activitats que s'hi van dur a terme, destacant el context que va produir les característiques observades en el sòl i les dinàmiques de formació (Goldberg, 1979; Courty et al., 1982). És des d'aquesta línia on apareixen a finals de la dècada dels anys 50, les primeres aplicacions de la micromorfologia de sòls en el camp de l'arqueologia a través del professor Ian Cornwell de l'Institut d'Arqueologia de Londres (Cornwall, 1958).

Actualment, la micromorfologia ha anat augmentant la seva presència dins l'arqueologia a partir de finals dels anys 70, especialment en l'àmbit europeu (Courty et al., 1989, Goldberg i Machpail, 2006). És en aquest moment quan també sorgeixen els dos grans vessants d'estudi per a la micromorfologia, l'aproximació mediambiental i la cultural.

La primera té com a objectiu la construcció paleopaisatjística a escales regionals i de jaciment. Més enllà també té com a intenció caracteritzar fenòmens naturals que hagin patit una influència humana (desforestació, cultiu, etc). La segona té com a objectiu el reconeixement d'activitats humBCEs i els espais associats. El què es busca és l'integració del sediment amb l'estudi tradicional dels artefactes.

La singularitat de la micromorfologia és que estudia la mostra sense alterar el què permet conèixer els seus components i interrelacions i les diferències entre materials, accions antròpiques i naturals. En aquest sentit la micromorfologia és similar a una microexcavació (Bergadà 1998). En resum, podem dir que la micromorfologia de sòls aplicada a l'arqueologia té per objectiu establir les activitats humBCEs formadores o transformadores de sòls i sediments (Gé et al., 1993, Vallverdú, 2002).

Darrerament, s'han desenvolupat diferents línies d'investigació en el camp de micromorfologia arqueològica entre les quals destaquem, per ser també d'interès pel nostre objecte d'estudi, els materials de construcció en terra crua. Segueix, de fet, les mateixes línies generals que la metodologia bàsica per a sediments o sòls arqueològics (Courty, 1989; Stoops, 2003). Tot i això, ens aporta informació i trets que no podríem obtenir amb altres tècniques de les ciències de la terra (Milek 2014).

El primer aspecte que es pot abordar és la composició del material de construcció. Permet identificar i caracteritzar les fraccions que formen la terra crua; és a dir, el tipus, la mida i l'organització de les partícules minerals, la matèria orgànica i les inclusions antròpiques. Si aquests elements es comparen amb els sediments i sòls de l'entorn del jaciment es pot definir millor la procedència d'aquests materials (Courty, 1989; Mateu et al., 2019; Milek, 2014). A més a més, també, permet observar quins d'aquests components són utilitzats com a desgreixant durant l'elaboració, per donar-li a la matriu les propietats desitjades (Cammis, 1994; Mateu, 2016; Matthews, 1995; Matthews et al., 1997).

Una altra particularitat és la determinació de l'agregació del sediment, la quantitat, la forma i l'organització de la porositat. D'aquesta manera podem explorar els components originals i com aquests han estat transformats en els processos de tractament i manufactura dels diversos elements de terra crua (Courty et al., 1989; Goldberg i Macphail, 2006).

Finalment, l'aplicació de la micromorfologia a l'estudi d'aquests materials ens dona, també, informació sobre com han estat afectats pels processos edàfics i postdeposicionals com a resultat del temps i l'abandonament (Matthews et al., 1997; Milek 2014; Shahack-Gross et al., 2005; Wattez, 1988).

4.2. Reptes per a la recerca

Com ja s'ha comentat al llarg de l'apartat anterior, l'aplicació de la micromorfologia de sòls a l'arqueologia ha anat augmentant; tot i que, el progrés acostuma a ser modest. A part dels problemes que qualsevol investigació científica pot patir com són les dificultats tècniques i/o de finançament, la micromorfologia també té diverses problemàtiques pròpies:

- a) Existeixen limitacions per a la preparació de làmines primes ja que la majoria de serveis es troben associats a departaments de ciències de la Terra que en alguns casos no poden assumir l'augment de la demanda, el que alenteix el procés d'obtenció de làmines.

- b) Falta de materials de referència, tot i que a nivell general existeixen manuals que assenten les bases per a la disciplina com Courty et al., 1989, Nicosia i , Stoops, 2017, Stoops et al., 2018 encara en falten 1 per a temes més específics a l'abast de la comunitat investigadora.
- c) Falta de formació específica orientada cap als objectius i reptes que planteja la micromorfologia dins l'arqueologia.
- d) Es necessita una inversió molt gran de temps abans de que un investigador o investigadora sigui capaç de produir descripcions comprensibles amb una interpretació que li sigui coherent, fet comú en totes les disciplines arqueològiques.

4.3. El futur de la disciplina

Actualment, un dels problemes que pot tenir la micromorfologia en arqueologia és la de processar la gran quantitat de dades i d'informació que s'ha creat al llarg de les últimes dècades i presentar-les d'una manera més accessible a la comunitat científica.

A curt termini seria important normalitzar les col·leccions de referència tant a escala microscòpica com de camp, ja que pot afectar tant a la interpretació d'aquestes com l'estratègia en camp. També seria interessant la implementació reiterada de tècniques complementàries com són la microscòpia electrònica de rastreig (MER/ SEM), difracció de raigs X (DRX), entre altres, que ajudarien a caracteritzar els materials o substàncies de caràcter orgànic i de mida massa petita per a ser identificats utilitzant el microscopi petrogràfic.

Amb aquests objectius en ment també és imprescindible una bona comunicació i col·laboració amb la resta d'estudis dins l'arqueologia. Una manera d'augmentar i facilitar aquest diàleg és fer més accessible la terminologia de manera que sigui clara i simple. Un altre element molt important a tenir en compte és el fet que com a micromorfòlegs i micromorfòlogues no només aportem dades en cru sinó que aportem aproximacions complementàries per resoldre objectius comuns.

Per tant, els objectius de la disciplina són els de poder relacionar el sediment amb el contingut artefactual per analitzar l'activitat humana al llarg de l'espai i el temps. En un futur podria ser possible identificar de manera sistemàtica les diferents zones dins un jaciment arqueològic mitjançant la selecció de mostres en camp, ja que l'estudi micromorfològic comença i forma part de l'excavació arqueològica.

5. Materials i mètodes

5.1. Introducció

En aquest capítol s'exposa la metodologia seguida en la realització de l'estudi del rebliment de les estructures C3 i C4 i de l'habitació H-80, paviment i mur. Les tècniques utilitzades són dues: la micromorfologia, per a l'estudi de làmines primes i la difracció de raigs X (DRX) per la caracterització mineralògica principalment sobre mostres en pols.

És a partir d'aquesta combinació metodològica que s'espera realitzar un estudi complet dels diferents tipus de registres. Per a l'anàlisi micromorfològica es van recollir dues mostres, la primera de l'estructura C3 i una de la C4 de les quals es va fer un total de 15 làmines primes, 13 corresponen a C3 i dues corresponen a C4 amb l'objectiu d'obtenir tota la potència sedimentària. També es van obtenir dues mostres del material constructiu d'H80 que van donar lloc a dues làmines primes. Pel que fa a la difracció de raigs X, es van obtenir diverses mostres tant del mateix jaciment com de l'entorn immediat.

5.2. Metodologia de la micromorfologia de sòls: protocol d'estudi

5.2.1. Descripció i mostreig

El procediment s'inicia al camp, durant l'excavació arqueològica, en aquest cas, el mostreig es va dur a terme durant diverses campanyes pel mateix equip d'arqueòlegs. La recollida de mostres es va dur a terme en bloc tant a C3 com a C4 i es van marcar amb l'orientació i el nom per la posterior anàlisi (Figura 9). És important recordar que la recuperació de les mostres s'ha fet amb la màxima cura per no malmetre la integritat de les unitats estratigràfiques i la seva fàbrica. Els punts exactes de recollida dels blocs de sediment es poden veure a continuació:

es va recollir la mostra, ja sigui en un mapa o en una planta del jaciment. Això permetrà també establir correlacions amb altres elements propers.

b) **Aparença exterior:** tant per a les mostres destinades a DRX com les mostres amb les quals es faran làmines primes és important descriure les marques i/o empremtes que puguem veure a la superfície dels blocs de sediment i les característiques del sediment no compacte. En aquest sentit, són vitals els paràmetres sedimentaris i edàfics, ja que són els que ajuden a la descripció adequada del material. És durant aquesta descripció que tenim la primera aproximació al material, i per això és recomanable utilitzar una lupa i una referència pel que fa a la terminologia de les descripcions sedimentològiques de sòls en edafologia (Porta et al. 1994, Bullock et al. 1985, Stoops 2010).

Dins aquest apartat també s'hi inclou la porositat, que generalment no s'observa a ull nu, els components visibles distingint entre la fracció grollera i la fracció fina; també, caldrà descriure la proporció, les mides, les formes, l'orientació, la distribució, els colors i, si és possible, la litologia. Així mateix, és important el grau de cimentació del sediment, ja que ens indica si la matriu és compacte, massiva o es disgrega fàcilment i si presenta agregats diferenciats o punts de fractura predominants.

El color predominant també és molt important, ja que pot indicar components i alteracions d'origen tant antròpic com natural, en aquest cas l'activitat biològica moltes vegades pot tenir un paper crucial, ja que pot acabar definint quines zones són les millors per a l'estudi que volem realitzar i quines es troben massa remogudes o alterades.

5.2.2. Elaboració de les làmines primes i paràmetres descriptius

Tots aquests elements ajuden a prendre decisions tan importants com la millor zona de tall o la zona que podria contenir més informació del bloc.

Un cop superades la recollida i descripció de les mostres, finalment, aquestes s'impregnen amb resines sintètiques i així tenen la consistència necessària per obtenir làmines de 30 a 25 µm de gruix. La mida de les làmines primes és de 53 x 78 mm i foren elaborades pel Servei de Làmina Prima (SLP) de la Universitat de Barcelona.

Les observacions de les làmines primes s'han efectuat en el microscopi estereoscòpic modular Leica mz 6 i el microscopi òptic petrogràfic Olympus BH-2 del Seminari d'

Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP) de la Universitat de Barcelona. Els augments utilitzats van des de 6 a 400 X, tant en llum polaritzada plana (LPP), en llum polaritzada creuada (LPX) i en llum obliqua incident (LOI) . La terminologia descriptiva utilitzada segueix l'exposada per Bergadà (1998); Bullock et al. (1985); Courty et al. (1989); Mateu (2016); Stoops et al. (2010); Stoops (2021).

A continuació s'exposen de forma sintètica els trets i característiques dels termes específics més utilitzats en la descripció:

a) **Porositat:** es tracta dels buits observats, se'n descriuen el nombre, la mida, la morfologia i se n'estima un percentatge visual respecte a la resta de la làmina. En el cas de la terra crua predominen els porus relacionats amb els components vegetals utilitzats durant la construcció. En la majoria dels casos, segons la quantitat de material vegetal utilitzat la mostra serà menys o més porosa. També és important tenir en compte que la làmina prima ens dona una secció 2D d'una estructura 3D de manera que en una secció longitudinal un buit es veurà allargat, si la secció és transversal agafaran formes arrodonides.

D'altra banda, també serà important descriure les restes que van originar els buits, en cas que sigui possible, i donar un nom apropiat a aquests tipus de porositat que ha gaudit de diverses nomenclatures al llarg de la bibliografia com: *pseudomorphic void* (Matthewset al., 1994), *vides de morphologie végétale* (Cammis i Watz, 1999), *void pseudomorphs of plant temper* (Goldberg i Macphail 2006). En aquest treball reben el nom de buits de components vegetals o de motlle. Altres tipus de buits que trobem són els que provenen per l'atrapament d'aire en medis aquosos, com els vesiculars, o també resultat de l'elaboració durant el modelatge, així com fissures i altres buits.

b) **Microestructura:** es basa en la disposició dels components i buits del sediment o sòl. En totes les làmines d'aquest estudi la microestructura es definirà utilitzant la terminologia de Bullock et al., 1985.

c) **Massa basal:** forma la base del material sedimentari, inclou tant el material fi com el groller. La fracció grollera (FG) es troba formada per tots aquells elements identificables mitjançant el microscopi petrogràfic i que es presenten com a elements individualitzats (Stoops 2003). La fracció fina (FF) en canvi, són els components més fins del sediment, no se'n poden diferenciar partícules individualitzades i s'acostuma a estudiar a través del color i l'anisotropia i la seva fàbrica.

Es fixa el percentatge i el límit entre les dues fraccions que en el nostre cas s'ha establert en 20 µm, ja que abunden especialment els materials fins i, per tant, era important destacar els fragments de mida sorra grossa quan és possible. Dins de la fracció grossa serà important descriure no només els components lítics sinó també els vegetals que s'hagin pogut conservar com carbons, restes en procés de carbonització, cendres, fitòlits de silici, etc.

d) **Distribució relacionada:** representa la distribució de les partícules de granulometria fina envers a la fracció grollera.

e) **Trets edàfics:** de la seva identificació i descripció se n'obté informació sobre la abundància dels trets i el seu possible origen. De fet, es tracten de les alteracions postdeposicionals com poden ser acumulacions secundàries de fins i de CaCO₃, activitat biològica del sòl, entre altres. En el nostre cas, destaquen especialment els òxids i hidròxids de ferro en forma de nòduls i els trets redoximòrfics.

5.3. Metodologia de la difracció de DRX

5.3.1. Introducció i protocol de laboratori

A banda de les anàlisis químiques tradicionals, la caracterització de minerals i roques s'ha dut a terme amb la difracció de raigs X utilitzant tant les làmines com mostres en pols, també és una tècnica atractiva pel fet que la difracció és ràpida i eficaç a la vegada que no destructiva (Artioli 2010). És especialment rellevant pels estudis de procedència, ja que ens informa de les fases cristal·lines tot i que no ens en proporciona de les amorfes (Martínez et al., 2011).

Podem resumir la difracció com a una tècnica analítica on es bombardeja una mostra preparada amb raigs X a diversos angles. Aquests raigs a posteriori són recollits pel difractòmetre que en mesura la dimensió de la cel·la cristal·lina del material analitzat donant com a resultat diagrames de pics que, un cop processats, donen la composició mineralògica de la mostra.

Per a la correcta preparació d'una mostra per a difracció, el primer pas és la mòlta, generalment amb morter d'àgata, fins a obtenir una consistència uniforme. Aquest pas assegura l'aleatorietat de la composició analitzada. Una vegada obtinguda la pols aquesta es pressiona fins a obtenir una pastilla de material compacte emmarcat en el porta mostres. La compactació adequada de la mostra garanteix que els raigs X no penetrin

massa en la mostra i es produeixin efectes distorsionant de les lectures com absorció, refracció i radiació secundària de raigs X.

El següent pas és introduir les mostres al difractòmetre, en el nostre cas, es van poder introduir totes a la vegada de manera que les lectures fossin consecutives. El difractòmetre utilitzat és el Panalytical X'Pert Powder amb geometria theta-theta, ànode de coure X-ray tube i un detector PIXcel1D. Per a les lectures d'aquesta recerca s'ha treballat amb angles d'entre 2 a 60 graus a un increment de 0,02 graus a 0.1 segons per parada (Figura 10).



Figura 10: Fotografia pròpia que mostra l'equipament utilitzat al servei de DRX de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Abans de la interpretació dels resultats ve el pas més important de tots, el processament del difractograma a través de programes com DIFFRACplus EVA o en el cas d'aquest treball HighScore Plus programari de Malvern Panalytical. Aquest tipus de programes permeten eliminar el fons del difractograma i identificar els pics de $K\alpha_2$ que seran els que permetran identificar les diverses fases minerals. Finalment, el mateix programa crea suggeriments a partir de la base de dades disponible, que compara els valors coneguts de la cel·la mineral verificant o no cada una de les opcions.

En arqueologia aquest mètode és especialment rellevant a la hora d'identificar paleosòls, composicions d'elements mobles i immobles i en conseqüència determinar possibles zones d'origen per a la matèria primera utilitzada (Wilson i Pollard 2001, Tykot 2004). És amb aquestes dues últimes idees en ment que s'ha aplicat la DRX als materials del jaciment de La Almoloya.

És també apropiat recordar que les “empremtes” dels materials que s’investiguen s’han d’abordar amb precaució i un bon coneixement del mètode i les suposicions i condicions que s’apliquen:

- a) Els paràmetres mesurables tant química com isotòpicament des del material natural fins a l’objecte creat han de romandre inalterats.
- b) No s’ha produït la barreja de materials de diferents orígens i en cas de que s’hagi produït es pot identificar i tenir en compte.
- c) La discriminació de les diverses dades s’ha de fer amb el màxim de paràmetres possibles que garanteixin una precisió adequada per a la identificació mineral dels components.

Per a aquest treball s’han recollit set mostres de sediment per a analitzar, tres dins el jaciment i quatre de sediment exterior; també es van realitzar tres mesures en dues de les làmines de C3. Els punts exactes de recollida es poden veure a continuació (Figures 11 i 12):

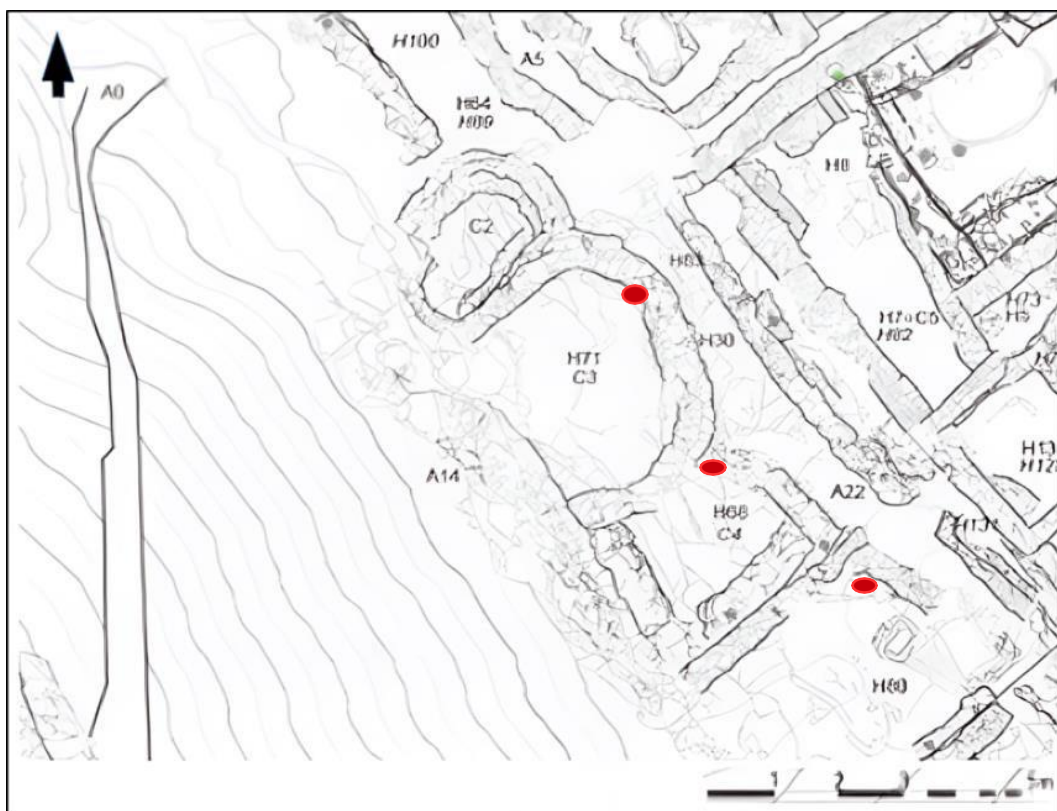


Figura 11: Detall en planta de les tres estructures per a les quals s’han recollit mostres de sediment, C3, C4 i H80. Els punts en vermell indiquen el lloc de recollida.



Figura 12: Vista aèria del jaciment de La Almoloya i el seu entorn immediat. Els punts en vermell indiquen el lloc de recollida de sediment.

5.3.2. Limitacions i desafiaments de la Difracció de Raigs X

Malgrat ser una eina extremadament útil, la DRX presenta algunes limitacions. En primer lloc, és una tècnica que es pot aplicar només en materials cristal·lins, per la qual cosa no pot ser utilitzada en materials amorfs. A més, pot resultar complicat determinar l'estructura exacta de materials amb estructures cristal·lines molt complexes.

En segon lloc, la DRX requereix una preparació prèvia de la mostra que pot ser laboriosa i costosa segons el material que es vulgui estudiar i un equipament i programari específic només disponible en institucions públiques o privades però no per a particulars. A més, la interpretació dels resultats exigeix un coneixement sobre el funcionament dels programes, del mateix material i de la física de la difracció de raigs X.

Totes les anàlisis s'han realitzat a la Unitat de Difracció de raigs X dins els Serveis científicotècnics de la Universitat Autònoma de Barcelona (Figura 9) sota la direcció de Angel Alvarez Larena, les interpretacions són pròpies.

Aquestes anàlisis s'han fet amb l'objectiu d'identificar la composició mineralògica de cada unitat o microfàcies descrita micromorfològicament a la vegada que aportar més informació durant la comparativa tant de les estructures, de l'habitació H80 com del

material exterior. Gràcies a aquestes anàlisis tenim més dades que complementen les descripcions micromorfològiques.

6. Resultats

A continuació s'exposen els resultats de les anàlisis realitzades en aquest treball. En primer lloc, es presenta l'anàlisi micromorfològica de les làmines primes de les estructures C3 i C4 i de l'habitació H80 i a continuació, es mostren els resultats per a les difraccions sobre el material constructiu de C3 i C4, l'habitació H80 i les mostres de sediment local.

6.1. Anàlisi micromorfològica

L'anàlisi se serveix dels conceptes d'unitat microestratigràfica (UM) i de microfàcies (MF). El concepte de microfàcies va ser definit i aplicat per primer cop en el camp de l'arqueologia per Courty, (2001). Aquest marc permet agrupar les unitats microestratigràfiques que comparteixen característiques similars en color, textura i naturalesa dels seus constituents, representant processos similars de formació. Aquest punt de vista permet crear un contínuum entre la làmina prima i el jaciment arqueològic en tota la seva extensió (Goldberg et al., 2009).

Estructures C3 i C4

L'anàlisi micromorfològica ha identificat 16 UMS agrupades en cinc microfàcies (Taula 1). Les MFS s'han establert a partir d'observacions primàries sobre làmina prima de les UMS identificades i de la seva interpretació

MF1: Aquesta microfàcies s'ha identificat en cinc unitats microestratigràfiques, 4-8. Es caracteritza per tenir poca porositat al llarg de la seqüència i amb buits d'empaquetament i cavitaris. La microestructura és massiva (Figura 13.3) i localment granular a la base amb una distribució relacionada porfírica oberta.

La fracció fina d'argiles llimoses de la microfàcies presenta una coloració entre marró i grisenc (Figura 13.2) amb una fàbrica de birefringència cristalítica i calcítica. D'altra banda la fracció grollera es troba composta per fragments de quarsarenites, calcària, quars, calcita i micrita. Respecte a la matèria vegetal en tota la microfàcies presenta fragments de matèria orgànica amorfa en descomposició.

Finalment, els edafotrets indicatius d'aquesta microfàcies són el predomini de nòduls òrtics de Fe i les impregnacions de la matriu. Es distingeix per tenir precipitacions de carbonats per acció de les arrels, revestiments (Figura 13.1) i hiporrevestiments de material molt fi i agregats per l'activitat de lumbrícsids (Figura 13.4).

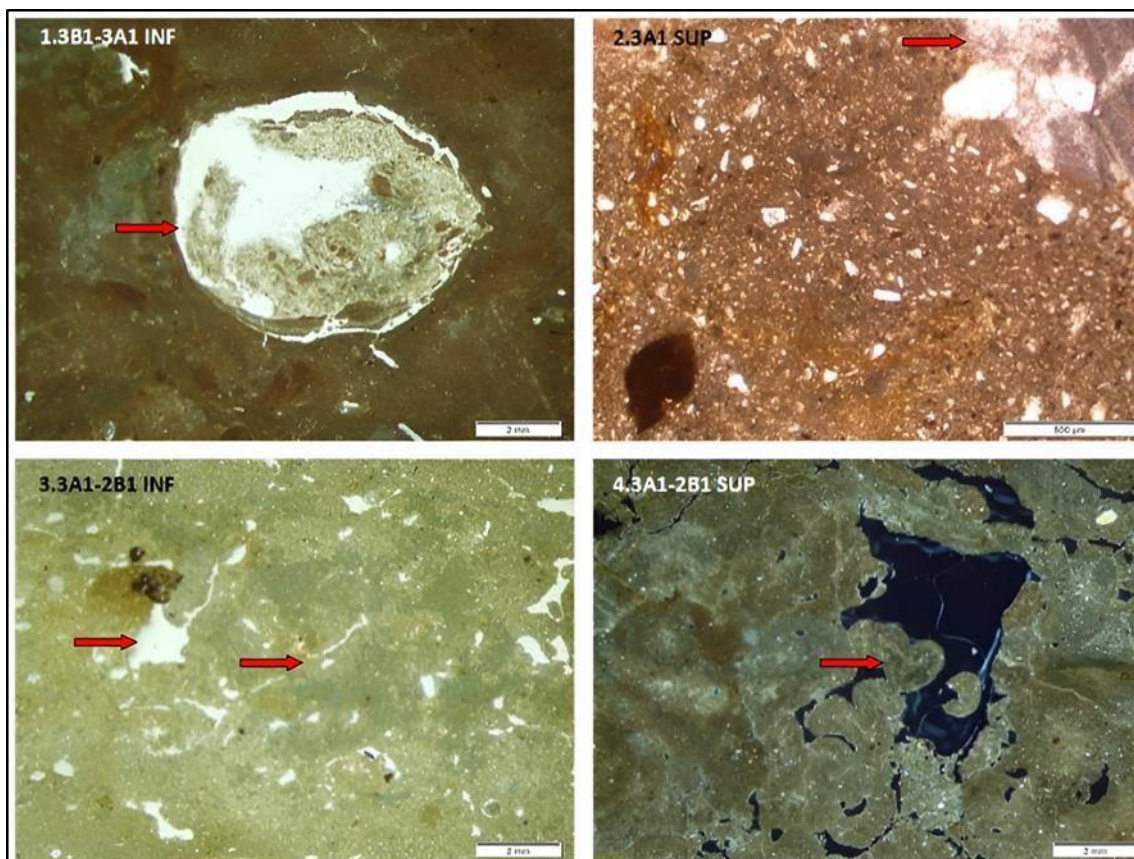


Figura 13: Estructura C3. Microfàcies 1. 1. Detall d'un buit cavitari de mida considerable amb laminacions de materials llimosos, revestiments, a la base envoltada per una matriu marró amb algunes zones més rogenques i traces de bioturbació d'arrel. 2. Detall de la massa basal micrítica amb fragments de quarsarenita (zona superior dreta, fletxa) i matèria orgànica amorfa (zona inferior esquerra). 3. Microestructura massiva amb alguns buits fissurals i d'empaquetament compost. 4. Pèl·lets fecals organo minerals procedents de lumbrícsids, fletxa vermella, (UM4).

MF2: S'ha identificat en tres UMS 9, 11 i 12. Presenta una porositat de vesícules, càmeres relativament abundants amb fractures verticals i canals (Figura 14.3) i una microestructura massiva/vesicular.

La fracció fina també argilosa presenta una coloració més vermellosa amb una fàbrica de birefringència cristalítica mentre que la fracció grollera es troba composta per fragments de quarsarenita i calcària juntament amb fragments de quars, calcita i micrita. No presenta material orgànic.

Els edafotrets d'aquesta microfàcies són revestiments en els buits especialment abundants en el material detrític (Figura 14.1 i 14.4) Gran quantitat de nòduls òrtics de Fe i predomini dels trets redoximòrfics per acció de l'aigua (Figura 14.2). Tambés'observen canals per acció de la fauna (Figura 14.3)

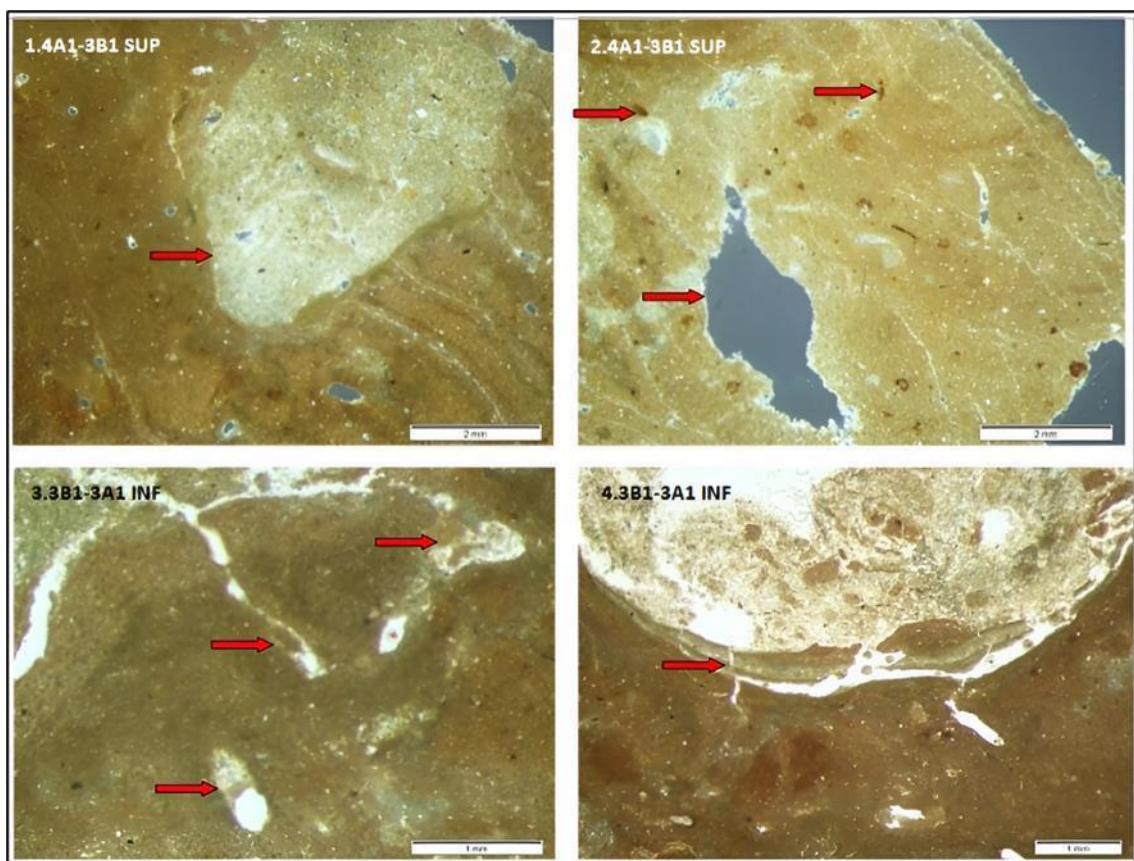


Figura 14. Estructura C3. Microfàcies 2. 1. UM.11 Detall d'un fragment de quarsarenita revestiment de matriu fina. 2. UM11 Detall de la matriu marronosa amb un gran buit a la zona inferior esquerra, les taques més fosques indiquen nòduls òrtics d'òxids i hidròxids de Fe. 3. UM.12 Detall de la porositat en forma de canals pròpia de l'activitat biològica (probablement arrels). 4. UM.12 Detall de varis revestiments de material fi en un buit cavitari.

MF3: Aquesta microfàcies està representada per les UMS 2, 3, 13 i 14, presenta una porositat de canal que passa a una porositat vesicular amb fractures. Pel que fa a la microestructura és massiva i en la UM 2 és massiva/vesicular amb un augment de la fracció grollera a la part superior amb una distribució porfírica oberta.

La fracció fina es caracteritza per tenir una coloració gris-marró (Figura 15.1), augmenta la fracció sorrenca i amb laminacions ondulants de materials argilosos (Figura 15.4). Apareixen restes de matèria orgànica amorfa en la UM.14 i destaca un fragment de resta

llesyosa porosa semianular (Figura 16.2), probablement correspongui a conífera (Ismail-Meyer, 2017).

Els edafotrets d'aquesta microfàcies canvien al llarg de la seqüència de manera que a la base abunden els hiporrevestiments d'òxids i hidròxids de Fe al voltant de la porositat i a la part superior trobem farciments excrementals en alguns dels canals, hiporrevestiments i quasirevestiments d'òxids i hidròxids de Fe (Figures 15. 2 i 3). Així com alguns farciments en laminacions, especialment en la UM14 (Figura. 16.1).

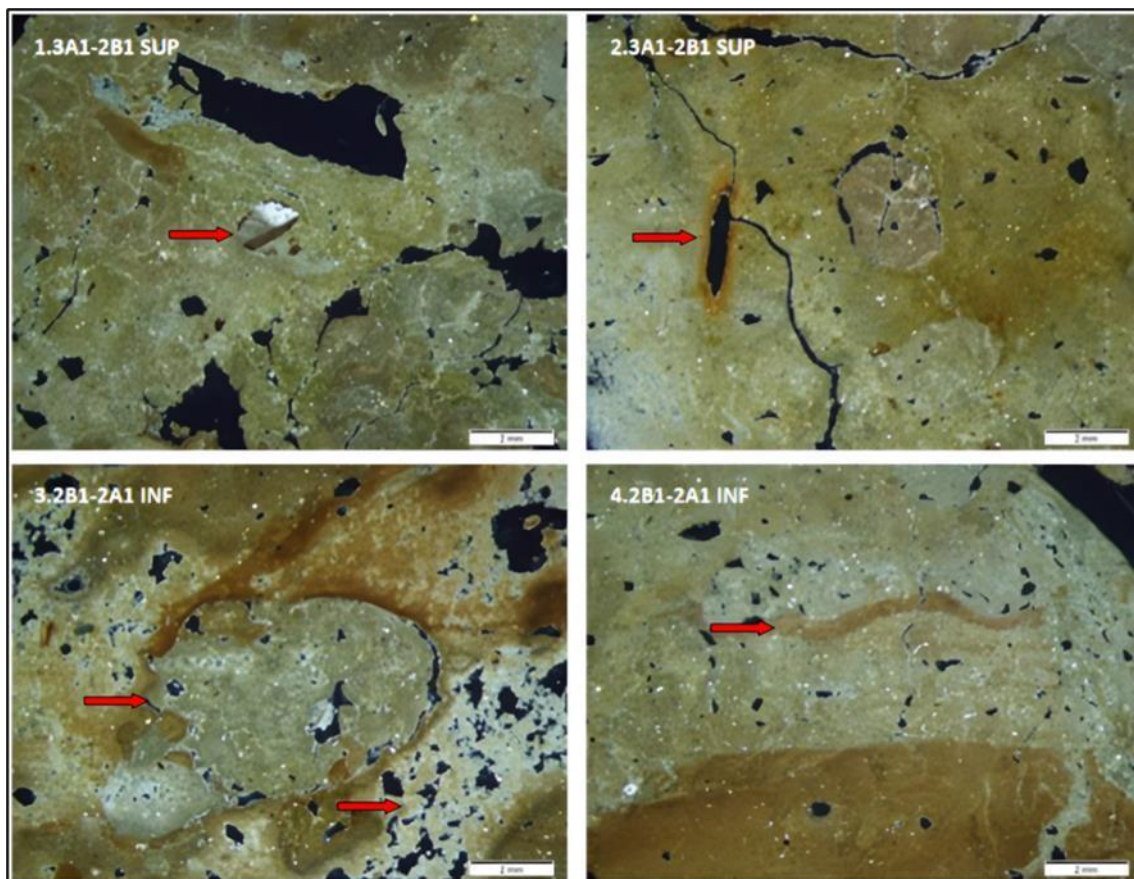


Figura 15. Estructura C3. Microfàcies 3. 1. UM.13 Matriu de color gris marró amb alguns buits vesiculars, els més petits, i un fragment de quarsarenita al centre de la fotografia. 2. UM13 Zona d'impregnació d'òxids i hidròxids de Fe amb fractures fissures, a la part esquerra de la fotografia es pot veure un hiporrevestiment d'òxids de Fe al voltant d'un buit. 3. UM.14. Detall d'hiporevestiments d'òxids i hidròxids de Fe en un sector de la massa basal decolorada, grisa associat amb fissures. 4. UM14 Detall d'una laminació ondulant de material molt fi.

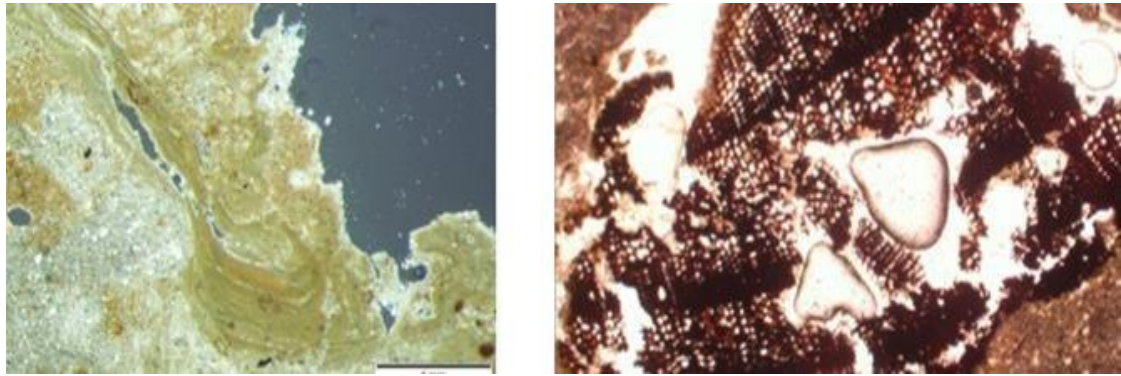


Figura 16. Estructura C3. Microfàcies 3 1. UM.14. Detall de es laminacions de materials fins. 2. UM14 Detall del fragment de resta llenyosa, possiblement de conífera.

MF4: Està representada per les UM1 i UM10. Presenta una porositat vesicular i de canals i amb algun buit de motlle (UM1). La microestructura és massiva amb una distribució relacionada porfírica oberta.

La massa basal presenta una coloració entre marró-grisós i marró-roigenc amb una fàbrica de birefringència cristalítica i calcítica, en algunes zones el contacte entre els dos colors és molt clar i net (Figura 17). També s'observen fragments de calcària subarrodona de mida considerable (Figura 18.1).

Finalment els edafotrets indicatius d'aquesta microfàcies són el predomini d'hiporrevestiments d'òxids i hidròxids de Fe, la presència de queras i canals de fauna amb farciments (Figura 18.2).

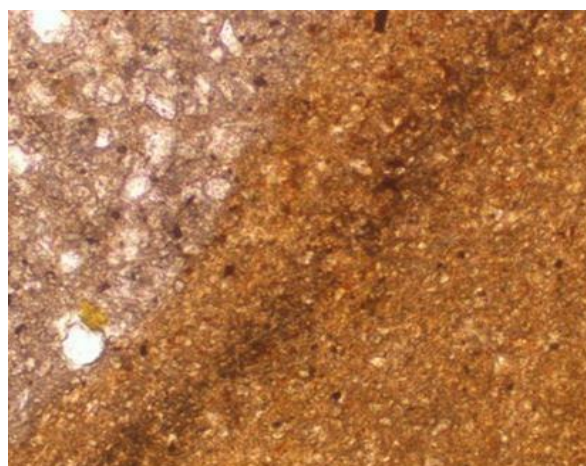


Figura 17: Estructura C3. Microfàcies 4. UM10: Detall de la zona de contacte entre la massa basal llimosa de clor vermellós, més oxidats a la dreta i la massa basal marró-grisos amb mida de gra més grollera i molt rics en quars. La zona més fosca de la unitat microestratigràfica vermellosa indica una zona de concentració d'òxids i hidròxids de Fe.

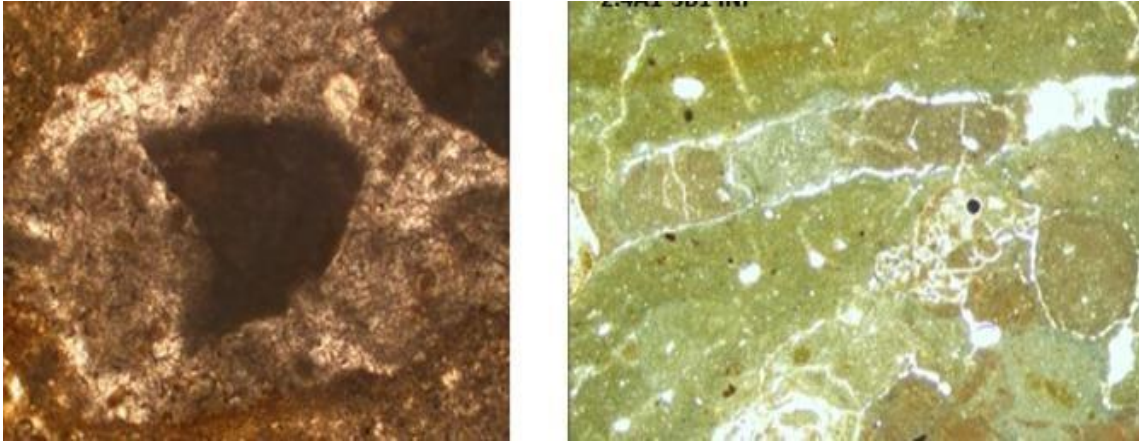


Figura 18. Estructura C3. Microfàcies 4. 1. UM1. Detall de fragment de calcària en la massa basal de color marró-vermellós. 2. UM10. Detall de farciments organominerals en forma de canal pròpia de traces de pas de lumbrícs.

MF5: Aquesta microfàcies engloba les dues microunitats localitzades a la estructura C4, que correspondria a les UMS 15 i 16. Presenta una microestructura massiva i localment granular amb porositat vesicular, fractures, cavitats i algun possible buit de motlle (Figura 19.2).

La fracció grollera es troba composta per fragments de calcària (molt abundant), alguns de quarsarenita, bioclasts i, com a minerals predominants, el quars, la calcita i les miques en tota la microfàcies. També s'observen fragments de carbó i residus matèria orgànica amorfa; a més a més, hi ha una certa abundància de fragments ossis (Figura 19.1) a la base de la microfàcies.

La fracció fina també argilosa es caracteritza per presentar coloració marró fosca amb algunes zones de laminacions més vermelles resultat de l'aigua i la oxidació. Finalment els trets edàfics observats són nòduls òrtics de Fe (Figura 19.3), hiporevestiments de fins en gran part de la porositat encara que especialment abundants a la UM 15 també s'ha constatat l'acció d'arrels actuals.

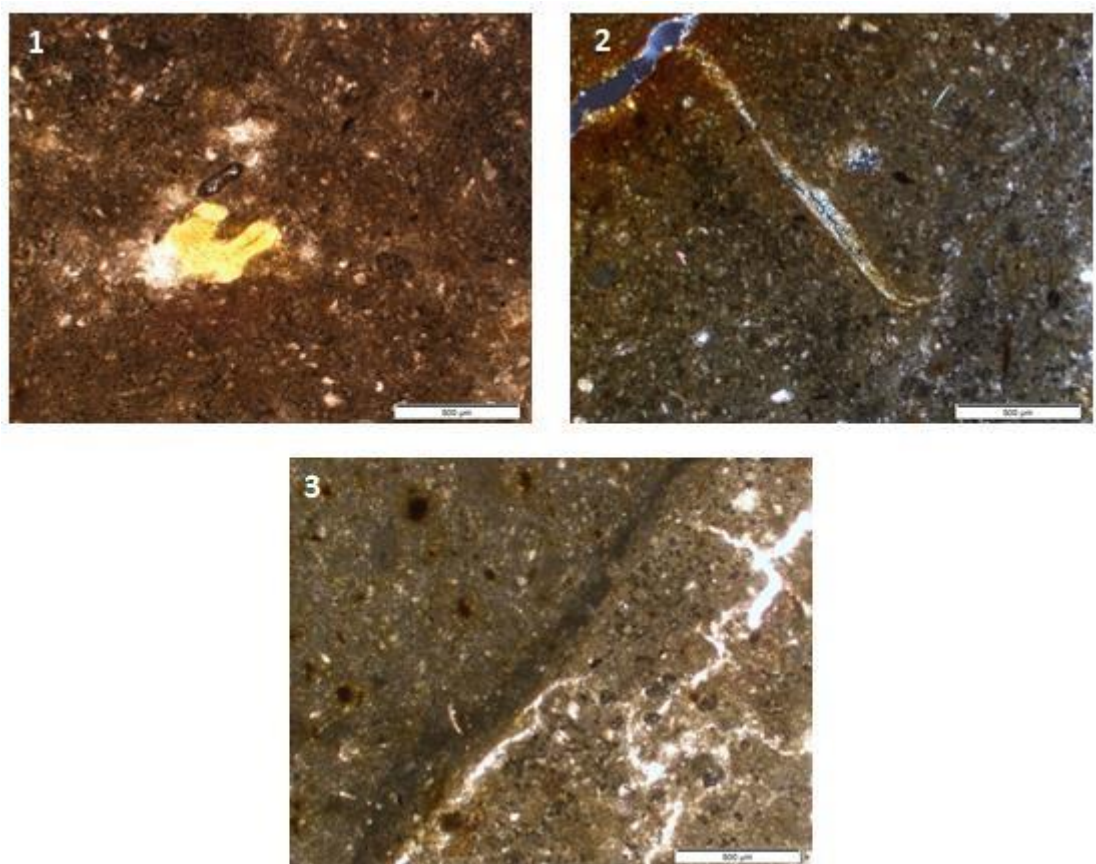


Figura 19. Estructura C4. Microfàcies 5. 1. UM15. Detall de fragment d'os. 2. UM15. Detall d'un possible buit de motlle resultat de la descomposició de matèria vegetal. 3. UM16. Detall de la massa basala amb zones amb fractures més porosa (dreta) i amb nòduls òrtics de Fe.

En definitiva, totes les microfàcies, especialment la MF3, mostren les característiques pròpies de sediments saturats en aigua, en algun cas durant llargs períodes de temps. Aquest ambient d'entollament es caracteritzen per:

- la presència de buits vesiculars, comuns en contextos amb matrius limoargiloses en condicions d'aigua on es reté l'aire del sòl,
- l'existència de fissures i canals d'arrels indicadors de l'alternança de períodes de saturació d'aigua i d'assecamament (MFS 2 i 4),
- la identificació d'hiporevestiments i de quasirevestiments d'òxids i hidròxids de Fe i Mn desenvolupats al voltant de la porositat,
- la presència generalitzada de petits nòduls òrtics de Fe, i
- la decoloració en alguns sectors de la massa basal.

Aquest tipus de característiques anomenades redoximòrfiques són pròpies de sòls saturats en aigua durant mesos (Lindbo et al., 2010). Els trets redox correspondrien a les diferents fases d'oxidació-reducció que implica la concentració d'aigua per acció de les arrels (Vepraskas et al., 1993).

Altres característiques típiques d'aquests medis i que es poden localitzar, són les intercalacions de materials molt fins als buits d'empaquetament, de canal i cavitats. Durant els períodes humits, la reducció del ferro i la seva distribució al llarg del perfil pot causar petits col·lapses al sòl el qual afavoreix l'acumulació de partícules per efecte de la gravetat (Fedoroff i Courty, 2012).

Finalment, la MF5 és l'única microfàcies que presenta materials d'origen antròpic com alguns ossos. Aquest fet combinat amb la presència d'algun buit de motlle podria indicar un aport de material antròpic i vegetal com a possible desengreixant per així obtenir un preparat de terra crua.

MF	UM i estructura	Microestructura i porositat	FG/FF 20 µm i Distribució relacionada	Fracció grollera	Fracció fina	Material antròpic
1	4-8 (C3)	Massiva. Localment granular i vermicular. Buits d'empaquetament compost i cavitaris. Porositat: 5%	20/80. Porfírica oberta	Fragments subangulars de quarsarenita i calcària. Presència de calcita i micrita	Color marró-grisenc amb fàbrica de birefringència cristalítica i calcítica	No
2	9, 11 i 12 (C3)	Massiva. Porositat vesicular. Buits d'empaquetament i de canal. Porositat: 10%	10/90. Porfírica oberta	Fragments subangulars de quarsarenita i calcària	Color rogenc amb fàbrica de birefringència cristalítica	No
3	2-3 i 13-14 (C3)	Massiva. Porositat vesicular: 5-10%. Fractures.	30/70. Porfírica oberta	Fragments de quars	Color gris-marró. Predomina la fàbrica cristalítica, en algunes zones és tacada. Presenta laminacions.	No
4	1 i 10 (C3)	Laminar i massiva en algunes zones, fissures horitzontals. Porositat: 5%	20/80. Porfírica oberta	Fragments subarrodonits de quarsarenita i calcàries	Color marró-rogenc amb fàbrica de birefringència cristalítica i calcítica. Presenta	No
5	15 i 16 (C4)	Massiva. Algun buit de motlle	20/80. Porfírica oberta	Fragments subarrodonits de calcària bioclàstica, molt abundants. Predomini de quars i mica.	Color marró fosc amb laminacions	Ossos

Taula 1. Trets característics de la descripció micromorfològica de les estructures C3 i C4

Habitació H80

Hem analitzat dues làmines, una del mur (AY-MURO) i una del paviment de l'habitació (H80-3A3) que presenten característiques uniformes (Taula 2). La làmina AY-MURO presenta escassa porositat al llarg de la làmina, només s'han observat algunes fissures i la microestructura és massiva (Figures 20.1, 20.2 i 20.4). La fracció fina és dominant (Figures 20.3 i 21.4).

La fracció grollera es troba composta per fragments de calcària molt abundants, alguns de quarsarenita, bioclasts i els minerals predominants són el quars i la calcita. També s'observa una gran quantitat de fòssils de foraminífers (Figura 20.3). No s'han localitzat materials d'origen antròpic ni restes de matèria orgànica amorfa.

La fracció fina es caracteritza per presentar coloració marró fosca amb fabrica de birefringència calcítica cristal·lina. Finalment, els trets edàfics observats són nòduls òrtics d'òxids i hidròxids de Fe (Figures 20.1 i 20.2).

Pel que fa a la làmina H80-3A3, paviment, presenta una porositat moderada en forma de vesícules, buits de motlle (Figura 21.2) i canals amb algunes zones amb buits d'empaquetament, la microestructura és massiva i granular en alguns sectors. Domina la fracció fina, amb una distribució porfírica oberta. La litologia i mineralogia és homogènia a la del mur i es localitzen algunes restes carbonoses.

Un dels trets interessants a destacar és l'aparició de residus excrementals que es caracteritzen per una massa fosfatada amb fitòlits de silici desarticulats amb esferulites de calci fecal que presenten traces de combustió. Se situen horitzontalment i en algun sector de la làmina aflora a la superfície d'ús del paviment i en altres es troba entre 90 i 700 µm just per sota (Figures 21.1, 21.3 i 21.4). També se situen entre les fissures de la superfície d'ús. També destaquen les restes de carbons pròxims a la superfície d'ús (Figura 21.2).

La fracció fina es caracteritza per presentar una coloració marró fosca amb fàbrica de birefringència cristal·lina. Finalment, els trets edàfics observats són nòduls òrtics i impregnacions d'òxids i hidròxids de Fe propis de traces de termoalteració.

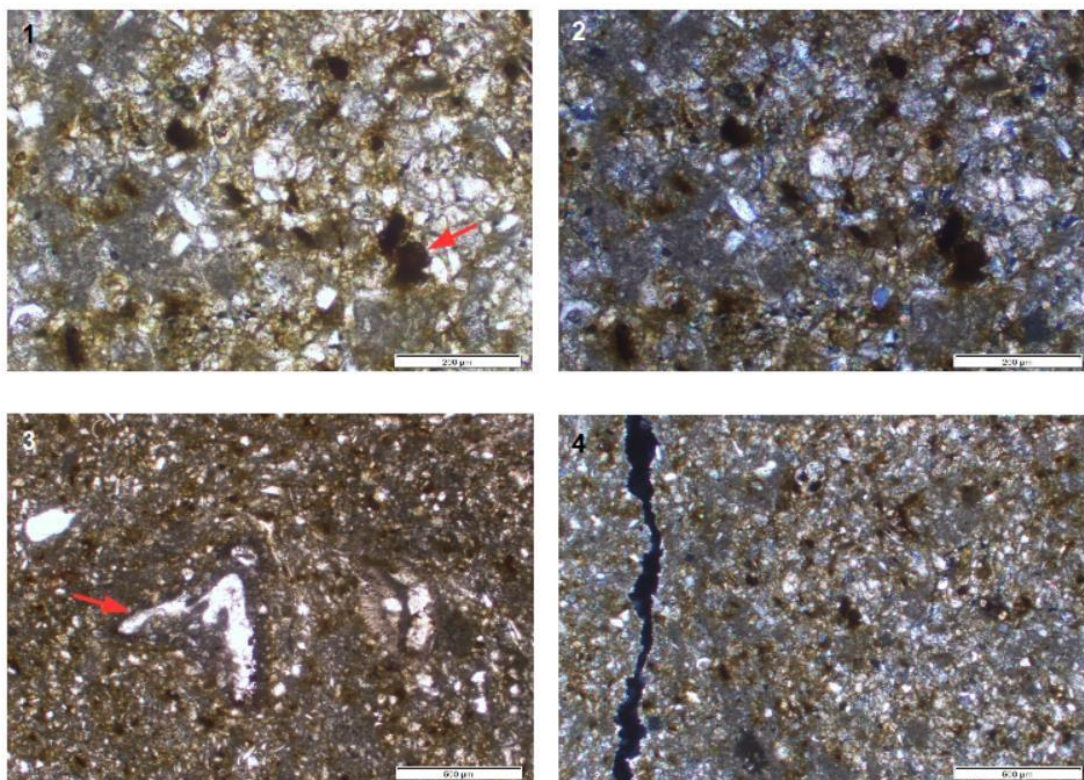


Figura 20. Mur (AY-MURO) 1. Microestructura massiva, també s'observen amb més detall els grans de quars i amb una concentració d'òxids i hidròxids de Fe (fletxa vermella). 2. Igual a 1, es presenta en LPX. 3. Detall d'un dels fragments fòssils presents a la làmina. 4. Visió general de la massa basal amb unade les poques fractures que presenta a l'esquerra.

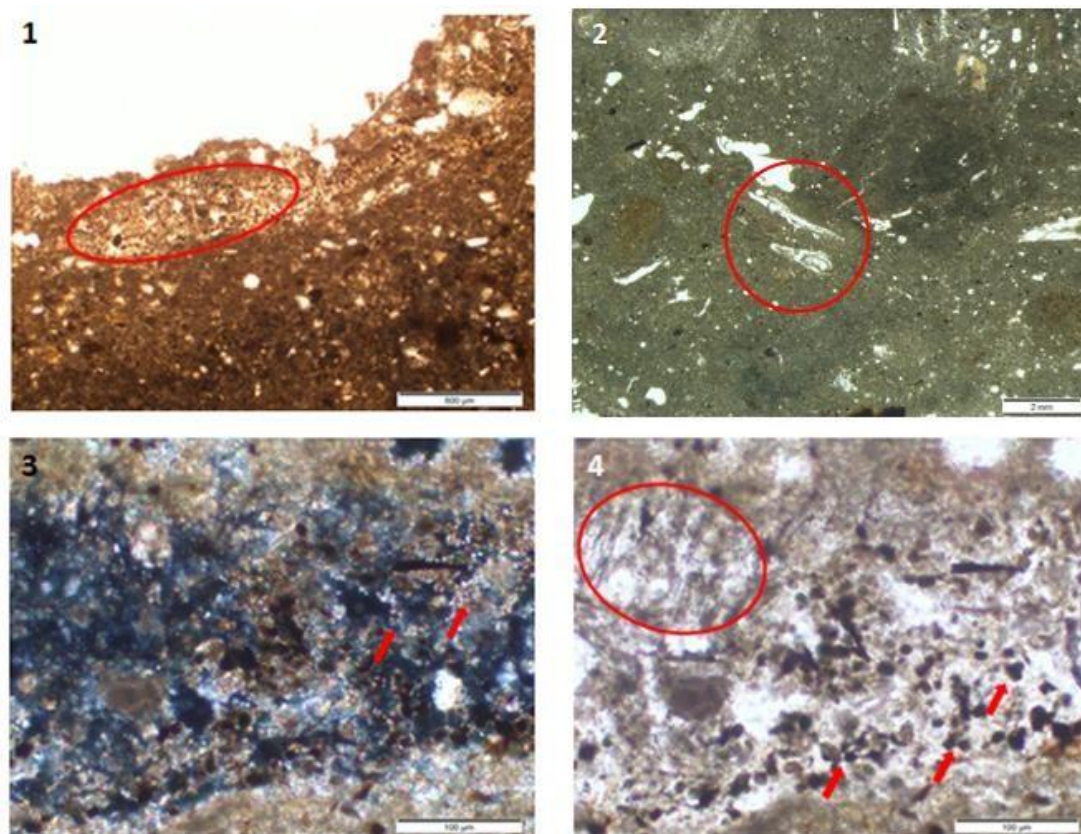


Figura 21: Paviment H80 3A3. 1. Visió general de la massa basal de H80-3A3, el cercle vermell indica una de les zones més riques en excrements. 2. Detall de buits de motlle (cercle vermell) 3. Detall de la zona rica en excrements. Les fletxes indiquen presència de les esferulites de calci fecal i algunes carbonitzades. 4. Detall. El cercle vermell indica una zona rica en fitòlits mentre que les fletxes indiquen diferents esferulites termoalterades.

Làmina	Microestructura i porositat	FG/FF20 µm i Distribució relacionada	Fracció grollera	Fracció fina	Material antròpic	Trets edàfics
AY-MURO	Presenta algunes fissures. Estructura massiva. Porositat 1%	40/60. Porfírica Tancada	Fragments de quars, calcita i calcària amb abundància de fòssils de foraminífers.	Color marró fosc amb fàbrica de birefringència indiferenciada.	No	Impregnacions generalitzades d'òxid i hidròxid de Fe. Presència de petits nòduls òrtics de Fe.
H80-3A3	Massiva/ ranular. Buits vesicular i de canals amb buits de motlle i algun d'empaquetament. Porositat: 5%	25/75. Porfírica oberta	Fragments de calcària i alguns fòssils de foraminífers i gasteròpodes	Color marró amb fàbrica de birefringència cristal·lina.	Restes excrementals d'ovicaprins. Fragments d'agregats termoalterats, algunes restes carbonoses.	Impregnacions d'òxid i hidròxid de Fe. Presència de nòduls òrtics i anòrtics de Fe.

Taula 2. Trets característics de la descripció micromorfològica de l'habitació H80.

6.2. Difracció de raigs X (DRX)

En aquest apartat es presenten els resultats de les següents mostres: una procedent de l'estructura C3 (Figura 22); una altra, de l'estructura C4 (Figura 23); una, de l'habitació H80 (Figura 24); i, finalment quatre mostres provinents de sediments exteriors al jaciment (Figura 25). En aquest darrer cas, cada una de les mostres s'ha obtingut a una distància diferent del jaciment per a fer més representatius els resultats. Les mostres es van recollir a 5 m, 65 m, 123 m i 330 m de distància.

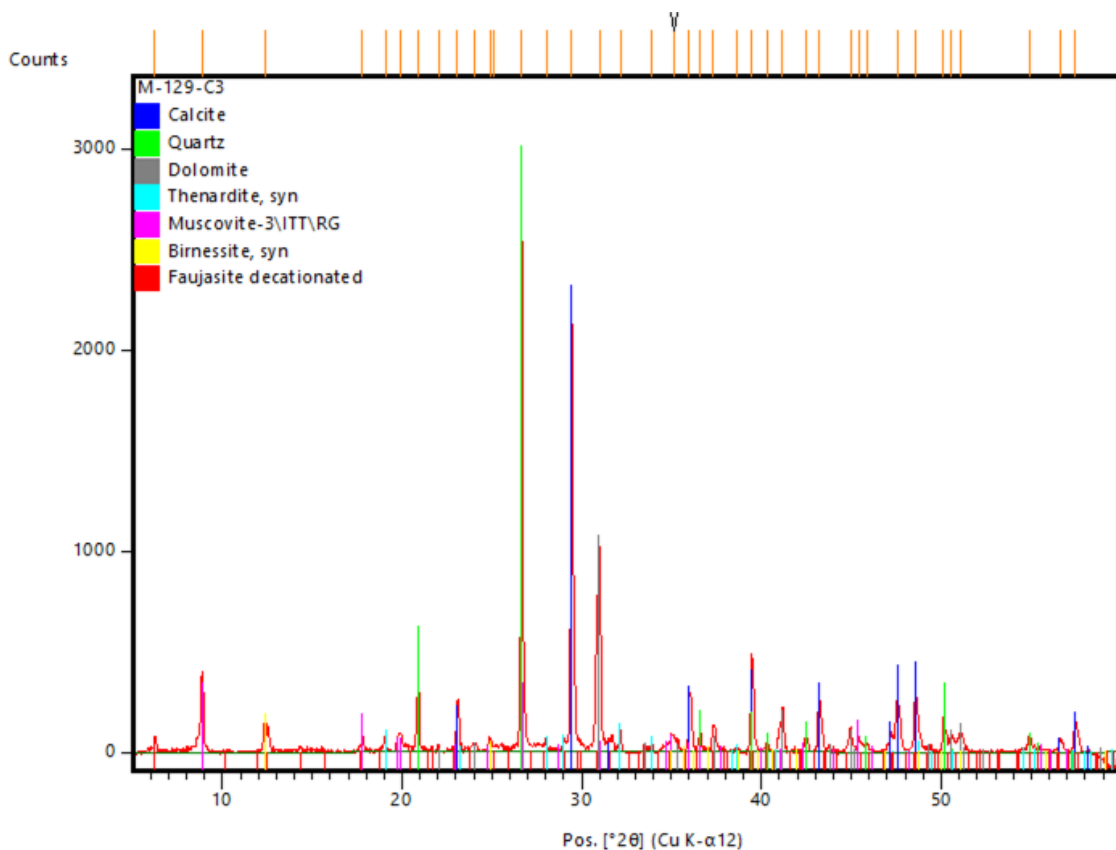


Figura 22. Difractograma de l' estructura C3. Hi ha un predomini de la calcita, la dolomita i el quars indicats amb els tres pics més elevats. La resta d'elements detectats formen part de la família de les argiles amb la moscovita com a argila predominant.

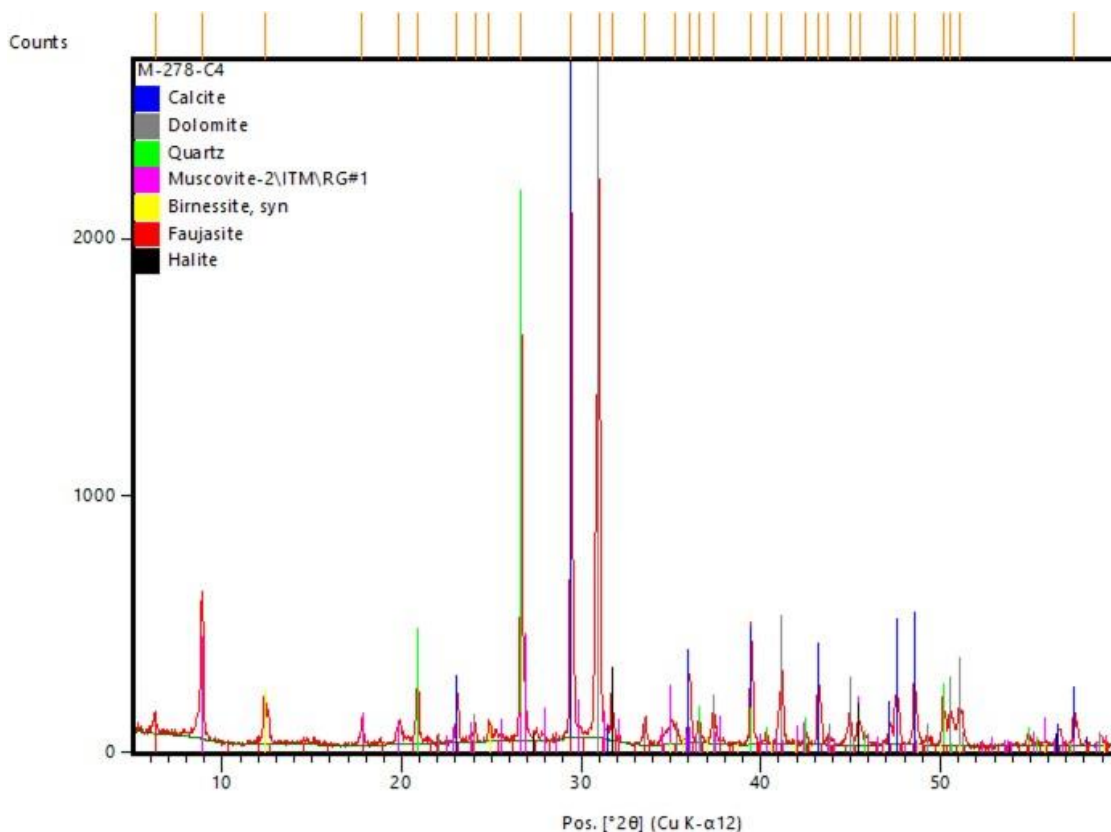


Figura 23. Difractograma de l'estructura C4. Dominen la calcita, la dolomita i el quars indicats amb els tres pics més elevats. La resta d'elements detectats formen part de la família de les argiles amb la moscovita com a argila predominant. Destaca la presència d'halita, un component poc habitual.

Es constata que tots els difractograms de les estructures comparteixen una mateixa composició química base formada per calcita, quars i dolomita com a components principals complementada amb diverses argiles com a components minoritaris i que ajuden a caracteritzar les diferències entre cada una de les mostres.

Destaca especialment l'halita per a C4, ja que és una sal i no s'ha detectat a cap altra mostra, la seva existència és segurament resultat de la presència de sals a tot el jaciment que apareixen per capil·laritat.

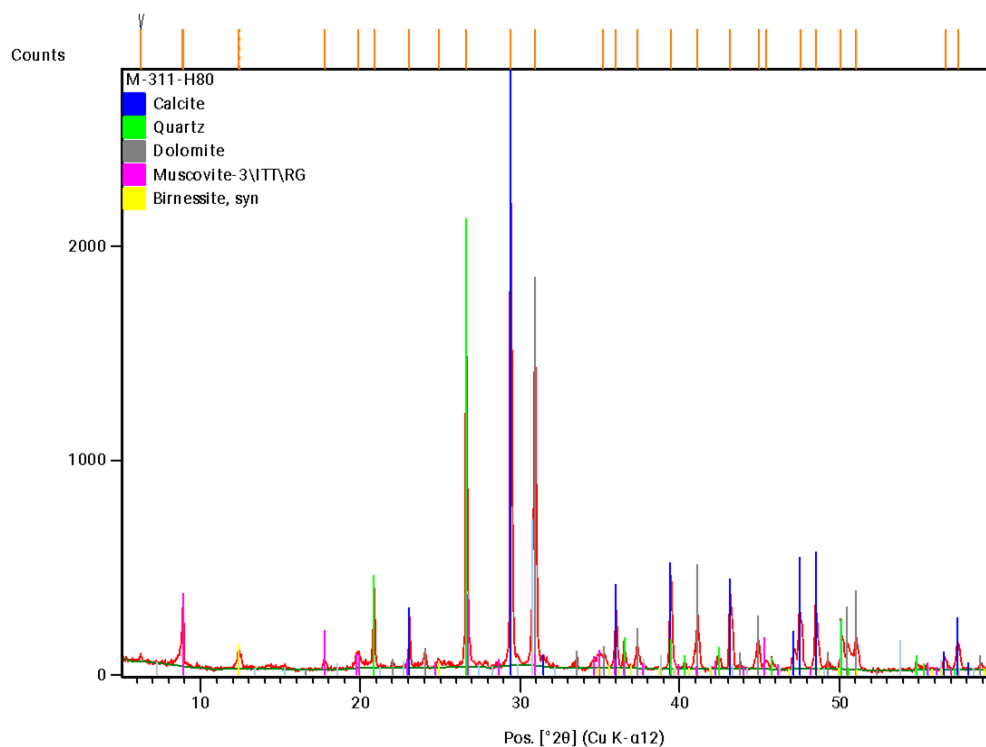


Figura 24: Difractograma de l'habitació H80. Destaca la calcita, la dolomita i el quars indicats amb elstres pics més elevats. La resta d'elements detectats formen part de la família de les argiles aquest cop ambnomés dos components i la moscovita com a component principal.

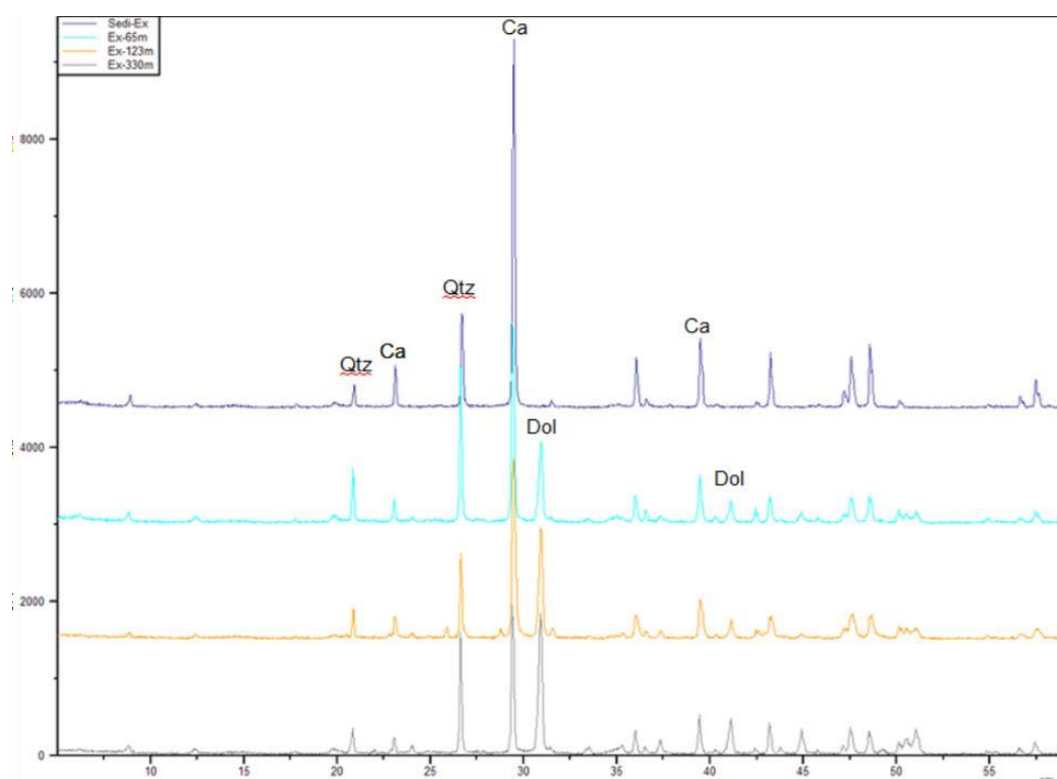


Figura 25. Comparativa dels quatre difractogrames del sediment exterior segons la distància. Podem veure que els pics més grans i per tant els components principals són la calcita (Ca), el quars (Qtz) i la dolomita (Dol).

Pel que fa als difractogrames dels sediments recollits a l'exterior del jaciment veiem que tots són extremadament semblants amb predomini de calcita, dolomita i quars i un petit pic a la zona de les argiles que indica la presència de moscovita encara que de manera molt minoritària.

En resum, veiem que els tres elements predominants per a les dues estructures són els mateixos per a la mostra de l'habitació H80. També destaca el pic de la moscovita en els tres primers difractogrames, ja que es troben molt marcats i no acostumen a aparèixer en mostres no tractades per a la detecció d'argiles. Respecte a les mostres de sediment exterior al jaciment es distingeixen els pics del quars, la calcita i la dolomita, igual que en el cas anterior encara que no s'ha detectat dolomita en la mostra més pròxima al jaciment.

7. Discussió

7.1. Les estructures C3 i C4 i el paper de l'aigua

7.1.1 Introducció

L'aigua és un dels elements fonamentals per a qualsevol ésser viu de manera que no és sorprenent trobar-nos un intent per aprofitar i controlar aquest recurs per part dels primers grups humans. Malgrat aquest fet, l'aigua és un element completament invisible en el registre arqueològic si no és pels possibles canvis fisicoquímics que produeix en el reblliment sedimentari. En conseqüència, és difícil identificar els artefactes i estructures relacionats amb l'aigua.

L'interès per dominar i emmagatzemar aigua a través de canalitzacions i cisternes es documenta des d'època neolítica com per exemple a la zona del Llevant (Miller, 1970). Durant l'edat del bronze tenim evidències tant a Àsia com a tot el Mediterrani de societats que comencen a gestionar els recursos de la zona on viuen, la irrigació de camps per a l'agricultura es considera una de les primeres necessitats d'aquestes civilitzacions, començant a petita escala per arribar a convertir-se en grans infraestructures a mesura que les societats creixien i es convertien en regnes, imperis i ciutats estat.

Els treballs sobre el paper de l'aigua en les societats de la prehistòria, es remunten als anys 40 del segle passat (Clark, 1944) on es comença a parar atenció a les evidències de gestió i control d'aquest recurs. En les següents dècades, es va fer evident fins a quin punt n'eren de sofisticades algunes de les tècniques de gestió de l'aigua i actualment la majoria

d'estudis centrats en aquestes estructures emfatitzen la increïble varietat d'estratègies i relacions entre aigua, paisatge i poder.

En la península Ibèrica i concretament en el sud-est peninsular, la gestió de l'aigua va ser un dels primers elements caracteritzadors de les societats que la van poblar, com les argàriques. Alguns casos paradigmàtics del calcolític i de l'edat del bronze són: les canalitzacions d'aigua identificades a Los Millares, Almería (Chapman 1991: 18); les canalitzacions cobertes amb lloses de pedra identificades al jaciment de Cerro de la Virgen de la Cabeza, Granada, (Schülle, 1986: 216) i un pou identificat al jaciment de la Motilla de Azuer, Ciudad Real, (López-Sáez et al., 2014).

Més al nord, trobem exemples d'estructures relacionades amb l'aigua al territori valencià com les cisternes del jaciment de Lloma de Betxí a Paterna (De Pedro Michó, 2015) de l'edat del bronze i un altre, són les tres cisternes dins i fora del recinte emmurallat del jaciment de El Molón a Camporrobles (Lorrio et al., 2009) de finals de l'edat del bronze i inicis de l'edat del ferro. Algun dels exemples més tardans els trobem durant època ibèrica en jaciments com el de Sant Antoni (Calaceit, Matarranya) (Oliach, 2011) amb un dipòsit d'aigua o bé el dipòsit de El Palao (Alcanyís, Baix Aragó) (Alfayé et al., 2004) d'època iberoromana.

A Catalunya, cal destacar els jaciments del sistema Segre-Cinca, començant a l'edat del bronze i continuant amb jaciments de l'edat del Ferro. La construcció de cisternes i reservoris en aquesta zona es remuntaria a 1250 BCE i s'identificarien per ser estructures ovals dependents de la pluja per a ser reomplertes (Junyent et al., 1994). L'exemple més ben estudiat d'aquesta zona actualment és la cisterna dels Vilars d'Arbeca (Lleida), tot i que inicialment l'estructura va ser identificada com a fossar defensiu (Alonso et al., 2018), els estudis micromorfològics del rebliment han permès identificar primer com a dipòsit d'aigua i, en segon lloc, com a zona de producció de materials de construcció, el què demostra la variabilitat de funcions que podien arribar a tenir aquestes estructures (Carbonell-Roca et al., 2024).

El Argar

El Argar donava una gran importància al control i captació de recursos, sent La Bastida (Totana, Múrcia) un cas paradigmàtic sobre el domini de l'aigua. Les estructures immobles relacionades amb l'aigua localitzades en aquest assentament poden classificar-se segons

la seva finalitat en tres grans grups: captació, emmagatzematge i distribució (Lull et al., 2015d).

El debat sobre les característiques, funció i implicacions de les estructures hidràuliques al sud-est peninsular va guanyar interès a partir de la dècada dels 70 del segle passat (Chapman et al, 1987: 95-106; Gilman, 1975, 1987, 1988; Mathers, 1986). Es va impulsar la discussió assumint que les iniciatives de regadiu combinades amb la intensificació agrícola eren el desencadenant de l'aparició d'aquest tipus d'estructures. A més a més, la seva aparició també hauria explicat, en part, les diferències socials típiques de Los Millares i a posteriori de El Argar, ja que la seva construcció hauria propiciat el centralisme (Lull et al., 2015a).

És, per tant, sorprenent que en iniciar-se l'època argàrica desapareixen del registre arqueològic les estructures de transport i drenatge i només es reconeixen clarament estructures que s'interpreten com a cisterna encara que les seves característiques també les fan aptes per a la salvaguarda de gra de manera similar a altres estructures semblants i d'època contemporània com les de Cnossos a Creta (Storder, 2024).

És per aquest motiu que el dipòsit d'aigua del jaciment de La Bastida, molt pròxim a La Almoloya és tan important, ja que destaca per la seva morfologia i funció. Les excavacions realitzades durant les campanyes dels anys 2009 i 2010 dins el «Proyecto La Bastida» (Lull et al., 2011, 2014) van permetre documentar tota l'estructura des de la seva construcció fins a la seva amortització coincidint amb el final del poblat.

Aquest gran embassament juntament amb el sistema de recollida per gravetat permetien a l'aigua fluir des de les cotes més altes de l'assentament a la vegada que els encreuaments disminuïen la força de l'aigua i els sediments arrossegats (Figura 26). En total l'àrea de captació s'ha estimat en uns 4000 m² (Lull et al., 2015c).

deposició dels elements més fins per decantació, un cop l'aigua ja es trobaria estancada, fet que es documenta tant a l'estructura C3 com a la C4.

Per tant, l'aigua hauria de ser transportada específicament des de fora del jaciment cap a dins les estructures. No es pot descartar que s'obtingués a partir d'antigues fonts o rierols, ara inexistents; però, que haurien pogut estar lligats al sistema hídric del riu Guadalentín que rep les aigües provinents de Sierra Espuña.

Un dels arguments en contra de considerar C3 i C4 com a reservori d'aigua és l'existència d'una estructura pròpiament identificada com a cisterna quasi circular dinsel poblat i que perdura fins a la destrucció final del jaciment, a diferència de les estructures C3 i C4 que queden amortitzades a finals de la segona fase de La Almoloya. A més a més, la geometria d'aquestes basses i cisternes coetànies a C3 i C4 tant en l'àrea de El Argar com en altres zones de la península presenten formes circulars o ovalades, en contraposició, C3 i C4 que formen dos recintes rectangulars.

Aquest tipus d'estructures a l'aire lliure també plantegen diversos problemes i és que tanta aigua estancada a l'aire lliure rarament s'utilitza per al consum humà. Els principals problemes són la proliferació de patògens a l'aigua que produeixen malalties i la contaminació de l'aigua per metalls pesants d'origen natural.

Combinat amb les evidències presentades fins ara, també hi ha la presència d'unabanqueta en un dels laterals de C4, i la identificació d'elements vegetals i alguna resta òssia en podrien estar indicant un canvi en la funcionalitat de les estructures.

Tenint en compte paral·lels etnogràfics (Agorsah, 1985) i arqueològics seria possible relacionar aquests elements (restes d'os i terra cuïta) en combinació amb la banquetta de C4 com a evidències del treball humà (Achenza i Sanna, 2009; Carbonell-Roca et al., 2024; Guillaud i Houben, 1989). Aquest procés de treball podria explicar les diferents capes de color identificades durant l'excavació i en les anàlisis micromorfològiques querespondrien a acumulacions de sediments no utilitzats que serien segellats per aportos nous de sediments amb aigua.

En totes dues estructures s'observen trets redoximòrfics, especialment en C3, que asseguren la presència d'aigua durant llargs períodes de temps, el que crea zones d'hidromorfisme, manca d'oxigen, i fomenta la formació d'àrees decolorades amb colors grisos i amb impregnacions de colors més vermellosos al voltant de la porositat principalment d'arrels per la presència d'oxigen (Lindbo et al., 2010), especialment

localitzats en les MFS 1 i 3. També es detecten episodis de sequera o de desús (MFS 2 i 4), on l'oxidació és present en la massa basal tal com reflecteixen els colors marrons-vermellosos.

Pel que respecta, a la relació espacial entre les dues estructures és plausible considerar que l'aigua passava de C4 a C3 en un sistema doble de decantació de sediments que donaria com a resultat una granulometria molt fina, amb una matriu depurada d'elements grollers, essencialment en C3.

7.2. Materials de construcció de l'estança H80: mur i paviment

7.2.1. Procedència dels materials constructius

Els resultats d'H80 són importants perquè es tracta d'una habitació coetània a C3 i C4 durant la primera fase. Si el material sedimentari de C3 i C4 es va utilitzar per a les construccions tant de la primera com de la segona fase de La Almoloya i en concret en H80, les dades dels difractogrames haurien de ser similars.

Si observem les següents figures 27 i 28 que comparen els difractograma de H80 amb els de C3 i C4 i a més, les comparem amb les mostres de sediments de l'entorn (veure figura 25), podem testificar que els components principals tornen a ser la calcita, la dolomita i el quars mentre que la presència d'argiles és pràcticament indetectable, només el pic al voltant de 9 (esquerra del difractograma, figures 27 i 28) ens indica la possible presència d'aquests components.

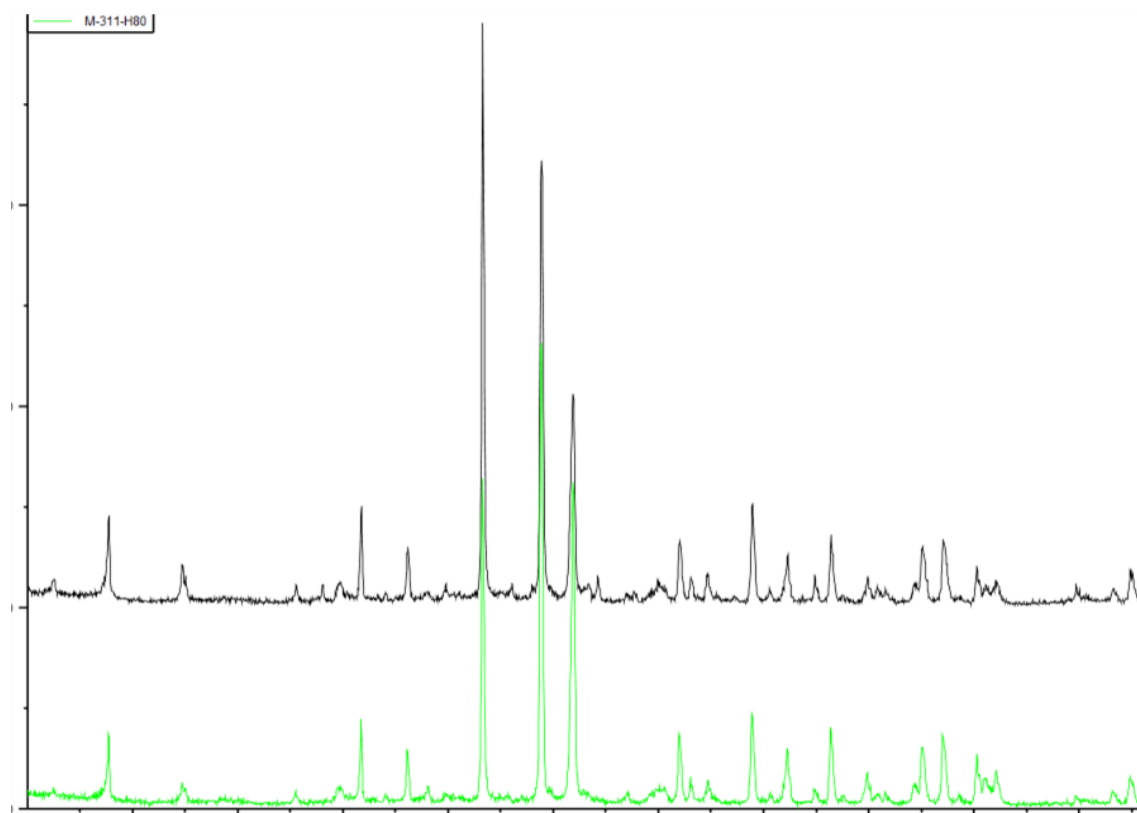


Figura 27: Comparativa dels difractogrames entre C3 i H80.

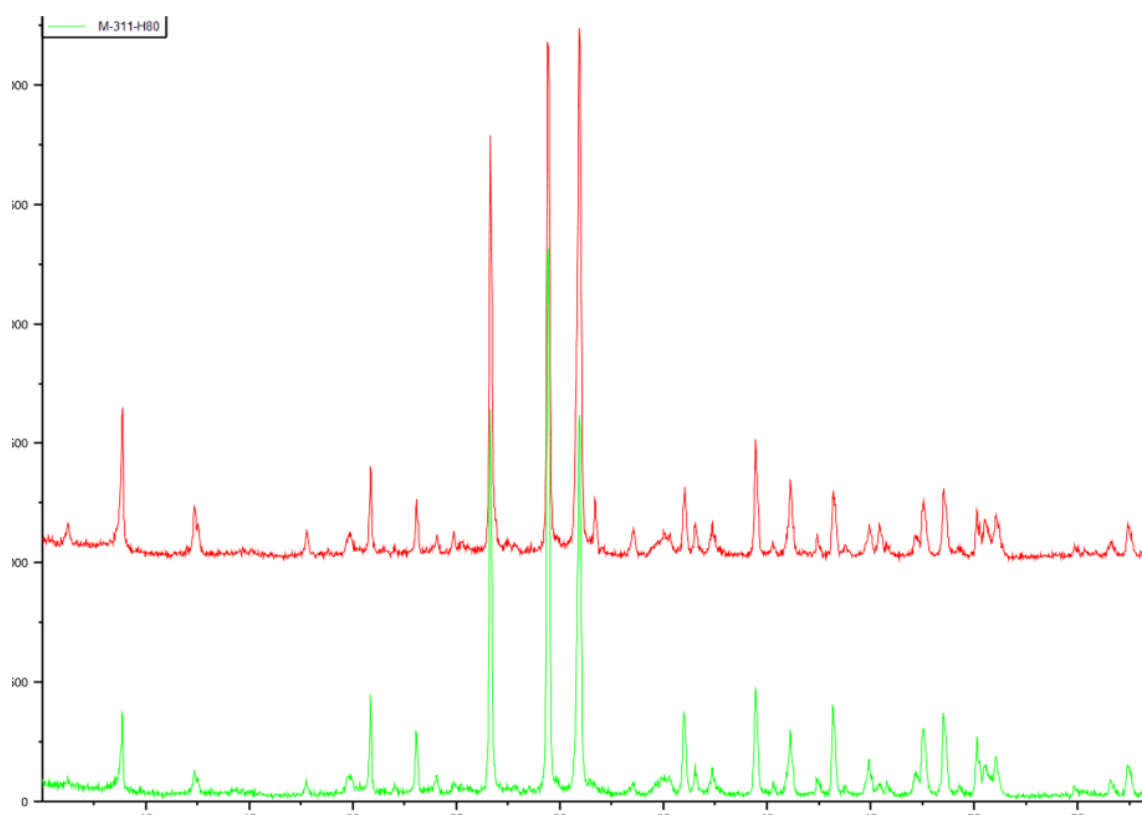


Figura 28: Comparativa dels difractogrames entre C4 i H80.

És per aquest motiu que plantegem que el material de C3 i C4 té un origen local com indicarien els components majoritaris. El fet de que les argiles surtin tant ben representades indica un procés de decantació dels materials fins, amb aigua, a l'interior de les estructures de manera intencionada per part dels habitants de La Almoloya. Per això, és plausible suposar que el material constructiu utilitzat a H80 tindria com a base el material decantat de C3 i/o C4 per les similituds en la composició, fet que esdistingiria del material extret de l'entorn on el contingut d'argiles és pràcticament inexistent.

7.2.2. Diferències en el procés de construcció de terra crua

Tot i que el material present a les estructures C3 i C4 és molt semblant a nivell composicional respecte a H80 hi ha diferències al ser aplicat en els elements constructius de l'habitació. El mur està constituït per una massa basal on hi ha una abundància de sorres fines amb un material fi carbonatat, fet que dona compacticitat i estabilitat; en canvi, en el paviment dominen les argiles llimoses amb l'ús de desgreixant principalment vegetal, testificat pels buits de motlle, fet que confereix cohesió i facilita el treball de la massa (Matthews 2010; Mateu et al. 2022). La diferència seria en l'estabilitzador, utilitzat en l'elaboració dels materials de construcció que comportaria uns trets distintius en el seu ús.

Aquest tret diferencial demostra la complexitat de tota la cadena operatòria involucrada en la construcció dels edificis ja des dels inicis de La Almoloya; així com, el coneixement que els artesans/constructors tenien sobre tot el procés i les necessitats de cada element constructiu. Un mur que necessita aguantar fins a dos pisos d'una casa necessita ser estable i resistent, per contra el paviment i la superfície d'ús només necessita ser plana i impermeable per facilitar les activitats humBCEs que es desenvolupin.

La utilització de mètodes de construcció amb terra crua no és desconeguda a l'Argar i existeixen dos casos inequívocs de la utilització de terra crua, en forma de boles, per a la construcció de cases: Caramoro I (Pastor et al., 2018) i Cabezo Pardo (López Padilla, 2014), tots dos de la província d'Alacant.

7.3. Activitat humana: Possibles funcions d'H80

Els excrements són restes que molt sovint s'obvien per la seva dificultat tant de conservació com pel reconeixement d'aquests components en el camp durant les excavacions arqueològiques. Aquesta situació no reflecteix la importància que els excrements han tingut per a les societats on l'agricultura i la ramaderia eren fonamentals

per a la seva subsistència. Tal com evidencien els estudis etnogràfics i arqueològics (Rhode et al. 2003, 2007), els excrements podien ser utilitzats com a combustible, coma material de construcció i com a fertilitzant fet que ens pot donar informació molt valuosa sobre la vida i l'economia de les societats que els utilitzaven (Shahack Gross 2011).

La majoria dels estudis dedicats a la identificació a escala microscòpica de matèria fecal utilitzen les esferulites com a indicadors inequívocs, conjuntament amb la presència de fosfats i fitòlits desarticulats (Bergadà et al., 2018; Brönnimann et al., 2017; Milek, 2012; Portillo et al. 2017). Les esferulites són restes microscòpiques d'entre 5-15 µm compostes per cristalls radials de carbonat càlcic que es presenten sota el microscopi amb colors d'interferència de primer grau i extinció en forma de creu amb llum polaritzada (Brochier 1983).

El paper de la geoarqueologia en la identificació de matèria fecal és indiscutible i porta desenvolupant-se durant les últimes dècades amb l'objectiu d'identificar excrements, cendres d'origen fecal i rebliments (Karkanas i Goldberg, 2019; Matthews, 2010; Nicosia i Stoops, 2017). Utilitzant com a base la mida, la fàbrica i microestructura i els components localitzats en els excrements, la geoarqueologia permet distingir entrefamílies d'animals domèstics com bovins, ovicaprins, cavalls, porcs i animals carnívors. També és possible identificar l'estructura de deposició d'aquests excrements i inferir la funció de l'espai (Macphail et al., 2004).

Tota aquesta informació és extremadament rellevant pels resultats obtinguts durant l'anàlisi micromorfològica del paviment de H80. La presència d'excrements se situen en forma d'una capa que en algun cas aflora a la superfície d'ús i en altres es troba entre 90 i 700 µm just per sota. En algun sector se situen entre les fissures de la superfície. Cal destacar que no es va poder documentar aquest tipus de residus durant l'excavació, ni cap element que fes pensar en la presència d'animals dins H80.

El fet que, també, els excrements se situen entre les esquerdes de la superfície d'ús i no presenten una forma definida seria indicador d'una neteja periòdica de l'espai, de manera que no s'acumularien. Aquesta és una clara indicació que l'espai no s'utilitzava com a zona

d'estabulació, on generalment predominen les acumulacions laminars per l'activitat animal i humana.

Les característiques que presenten els excrements identificats són propis d'ovicaprins, amb una proporció elevada d'esferulites, una fragmentació considerable de les restes vegetals amb els fitòlits desarticulats i la presència de fosfats (Bergadà et al., 2018). Aquests resultats són d'esperar, ja que gràcies als estudis de fauna de les tombes argàriques de La Almoloya i La Bastida s'ha identificat un predomini absolut de les restes d'ovelles i cabres, que representen un 90% del total de restes identificades dins les tombes de La Almoloya. La importància d'aquests animals també queda reflectida cronològicament amb un predomini d'ofrenes animals a les sepultures tant de la primera com de la segona fase de La Almoloya, quan C3, C4 i H80 es trobaven en funcionament (Andúgar et al., 2021).

Per tant, queda palesa la importància de cabres i ovelles per a la societat de La Almoloya durant la seva etapa formativa, no només com a recurs alimentari sinó també com a font d'ofrenes pels enterraments, probablement per la seguretat que oferien aquests animals domèstics com a recurs.

Una altra de les funcions que caldria tenir en compte és l'ús dels excrements com a material de construcció, fet que no observem aquests components formen part dels desgreixants del paviment. Tot i que faltaria una anàlisi exhaustiva de totes les estructures o estances de la primera i segona fase, no sembla, a priori, que s'utilitzessin els excrements amb aquesta finalitat igual que en el mur de la mateixa estança.

L'última gran funció a què es podrien atribuir és el seu paper com a combustible. Tant els estudis antropològics com arqueològics demostren aquesta funcionalitat en societats de tot el món i resulta una excel·lent font d'energia tant per a usos domèstics com tecnològics (Fuks et al., 2021, Miller, 1984). Els excrements acostumen a utilitzar-se com a combustible en ambients on la massa forestal és escassa i, en canvi, abunda la ramaderia i, per tant, els excrements d'animals. Els estudis antracològics realitzats per al territori argàric no semblen indicar una disminució dels recursos forestals deguda a la sobreexplotació o a processos de desertització (Martínez, 2015) però tampoc asseguren l'explotació d'aquests recursos forestals com a font de combustible.

Una de les evidències que ens aporta l'estudi micromorfològic és que aquests excrements van estar cremats, ja que bona part de les esferulites identificades han perdut la seva birefringència i s'han tornat completament opaques, ja que el component orgànic que les

envolten s'ha carbonitzat, a la vegada que s'han expandit. Aquestes dues característiques indiquen una combustió puntual a temperatures al voltant dels 500- 700 °C (Canti i Nicosia 2018). Aquestes condicions acostumen a donar-se al voltant de fogars i podrien indicar un origen domèstic d'acord amb la funció adscrita a H80 durant les excavacions.

Cal tenir present que en alguns sectors de la làmina estudiada apareixen traces de termoalteració en el sediment que es manifesta per fissures, nòduls òrtics i impregnacions d'òxids i hidròxids de ferro, fet que demostra que hi ha hagut un foc proper i *in situ*.

Tenint en compte tota la informació presentada es considera plausible assumir lessegüents consideracions:

1. Les restes fecals identificades es troben en posició secundària, la seva estructural disposició fa descartar la possibilitat de que l'habitació s'utilitzés com a espai d'establació de cabres i ovelles.
2. Que la matèria fecal no va ser utilitzada com a desgreixant en la construcció de l'habitació H80.
3. La possible utilització d'aquests excrements com a combustible d'una zona propera on hi hagut foc i la subseqüent neteja de l'espai, el que justificaria la seva posició entre les esquerdes de la superfície d'ús.

Són conjectures que creiem que en els propers estudis es podran replantejar de nou ja que encara no han finalitzat les intervencions arqueològiques en H80.

7.4. Fases 1 i 2 de La Almoloya: implicacions de les estructures C3 i C4 i de l'habitació H80

De les dades extretes porten a presentar una sèrie de consideracions rellevants en el jaciment de La Almoloya, concretament pel període de transició al voltant del 2000 BCE.

Les estructures C3 i C4 es van utilitzar com a dues basses de decantació que estaven connectades i el seu ús principal era per aconseguir una matriu molt fina d'argiles i llims procedent de materials litològics d'origen local i a vegades quedaven saturades d'aigua. Ens trobem davant un procés tecnològic de gran complexitat que requeriria gent amb experiència explotant i preparant el material del substrat geològic amb aigua per realitzar

la decantació en grans quantitats durant llargs períodes de temps que anirien vinculats a una funció molt concreta; la constructiva.

Gràcies als resultats obtinguts a H80, podem relacionar els materials de les basses amb els materials utilitzats per a la construcció d'aquesta habitació; ja que, són molt similars entre ells. Malauradament, no es tracta d'una mostra representativa i, per tant, no es pot generalitzar a tot el jaciment ni a tota la fase a la qual pertanyen, però és molt possible que ens trobem davant de dues estructures destinades al tractament de matèria primera per a la construcció dels edificis de La Almoloya durant la primera etapa i molt probablement per la segona etapa del jaciment.

També és interessant destacar que un cop amortitzades les estructures, no es coneix un paral·lel de basses de decantació durant la tercera fase, de manera que probablement La Almoloya perdria la seva capacitat d'autoprocessat de matèria primera i passaria a ser un nucli consumidor de recursos, completament dependent de materials extrets i processats en una altra zona o poblat. Aquest fet reforça la idea de La Almoloya com a centre de poder i no com a centre productor.

Aquesta hipòtesi de treball podria respondre a algun dels problemes que ens plantejàvem, com la funció que tindrien aquestes estructures dins del jaciment i el perquè es trobarien a dins del recinte, ja que el material decantat seria utilitzat immediatament, presumiblement, per a la construcció dels edificis de la primera fase i de la segona fase de La Almoloya. Aquest procés de decantació, però, plantejaria un problema logístic i és que per fer-ho és necessari el transport del mateix sediment i el desplaçament constant d'aigua, ja que l'estudi micromorfològic ha demostrat que l'estructura es trobava inundada durant llargs períodes de temps interromputs per períodes d'assecamment interpretats com a moments de desús o d'aridesa.

D'altra banda, aquest plantejament també posa de manifest fins a quin punt van ser radicals els canvis socials durant el pas de la segona, 2000 al 1750 BCE, a la tercera fase, 1750 al 1550 BCE, de La Almoloya, ja que un cop colmatades, C3 i C4 van deixar de funcionar com a possible reforç de la cisterna o com a aigua per a usos constructius per obtenir materials fins per paviments, l'argamassa de murs, elaboració d'atuell ceràmics entre altres. Aquesta desaparició ens podria indicar hipotèticament un descens dels residents fixes a La Almoloya coincidint amb l'apogeu de les elits i la monumentalització del jaciment.

8. Conclusions

Al llarg d'aquest treball hem pogut veure la importància de la micromorfologia i com la seva aplicació ens ha aportat informació sobre el funcionament de les estructures C3 i C4; així com, la relació del seu rebliment amb els materials de construcció de l'habitació H80.

Pel que respecte a les estructures, els objectius que ens plantejàvem en aquest estudi eren principalment, intentar conèixer el possible ús/usos de C3 i C4, determinar si el rebliment de les estructures era local i comprovar si el sediment es podia associar al material constructiu de les habitacions coetànies. Gràcies tant a la micromorfologia com als estudis complementaris de difracció de raigs X, ara podem donar una resposta més clara a les tres preguntes lligant-les entre si.

Primer de tot, es tractaria d'unes estructures de decantació de sediments on s'acumularien els materials de mida llim i argila utilitzant grans quantitats d'aigua en un procés de doble cubeta de decantació, primer C4 i, en segon lloc, C3. Hi hauria episodis on aquestes basses estarien saturades d'aigua durant un temps i altres que estarien seques, segons l'ús que probablement se'n feia. Una qüestió que ens plantejem és referent a l'estructura C2 que està adossada a C3 i té unes mides molt més reduïdes i que possiblement podria tenir alguna relació amb el complex de decantació, però caldria aprofundir quina seria la seva funció.

Aquests resultats també obren les portes a nous interrogants vinculats a la gestió dels recursos hídrics i en definitiva, aspectes de tipus social d'aquesta comunitat. Per poder dur a terme la decantació de tot el sediment necessari per a una construcció, la quantitat d'aigua necessària és considerable per mantenir un nivell constant d'aigua durant tot el procés de construcció. Recordem que La Almoloya es troba en un turó a una distància considerable de la font més accessible d'aigua, el riu; de manera que, pel funcionament de les estructures o bé existia un sistema logístic molt important associat a l'obtenció i transport de l'aigua o, per contra, hi hauria un mètode alternatiu que facilités l'abast d'aigua.

D'aquest fet, se'n podria obtenir una gran informació sobre com controlaven i gestionaven el territori ja que el recurs hídric és fonamental. La recerca preliminar que s'ha fet en aquest treball, mostra com la zona és rica en fonts termals amb un gran sistema càrstic de fractures que ascendeix el nivell freàtic i explicaria els greus problemes de precipitació de sals que s'han donat en el transcurs del temps de l'assentament tant en el passat com en l'actualitat..

Una altra qüestió que sorgeix es relaciona amb l'amortització de C3 i C4 a finals del segon i principis del tercer període de La Almoloya. Si s'utilitzava el sediment fi de les basses

com a material de construcció durant la segona fase i es deixa de produir-ne, pot comportar un canvi important on La Almoloya passaria a ser centre consumidor de recursos en comptes d'un centre de productor el què podria tenir implicacions en les dinàmiques socials i culturals d'una fase a l'altra en el si de l'assentament.

Pel que respecte a l'habitació H80, s'ha confirmat que seria una estança que no tindria una relació funcional amb les estructures; ja que, aquesta s'hauria elaborat amb terra crua tant el mur com el paviment amb tecnologies i desgreixants diferents, encara que per la seva composició semblen compartir un mateix origen. També les basses presenten un rebliment de composició molt similar tal i com demostren els resultats micromorfològics i de difracció de raigs X. És d'interès especial la presència en la superfície del paviment de residus excrementals possiblement d'ovicaprins que obre un ventall de possibilitats sobre l'ús de l'espai i que caldrà aprofundir en propers estudis.

En definitiva, esperem que nous estudis geoarqueològics puguin contrastar les dades presentades en aquest treball i així conèixer millor les estratègies de construcció de la terra crua de les comunitats que varen habitar a La Almoloya durant els 2000 – 1750 BCE.

9. Agraïments

Primer de tot m'agradaria agrair el suport incondicional dels meus tutors durant al llarg de tota la recerca i en cada pas que m'ha portat a estudiar els materials, redactar els resultats i finalment entregar el treball de final de màster.

M'agradaria donar reconeixement al grup de Recerca d'Arqueologia Social Mediterrània (ASOME) de la Universitat Autònoma de Barcelona, per haver-me facilitat la informació, els materials arqueològics i el finançament necessari per a les difraccions indispensables per a la realització d'aquest treball. A la fundació PALARQ, per la beca dins el Projecte "Bastida, línia de anàlisis micromorfológicos"- Múrcia.

També m'agradaria agrair a l'Àngel Álvarez Larena, responsable de l'àrea de Difracció de Raigs X de la Universitat Autònoma de Barcelona per ajudar-me en el procés de preparació de les mostres per a la difracció i el processament dels resultats. I a l'Eva Celdrán Beltrán per acompanyar-me de visita al jaciment i compartir amb mi el seu coneixement per triar els punts ideals per a l'anàlisi de mostres. Així, com al Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP) de la Universitat de Barcelona per utilitzar tant el microscopi estereoscòpic modular Leica mz 6 i el microscopi òptic petrogràfic Olympus BH-2 per fer les descripcions micromorfològiques de les làmines primesestudiades.

Per últim, però no per això menys important, m'agradaria agrair a la meua família i als meus companys de màster pel seu suport durant aquest viatge, els riures i les discussions, sense ells no hauria estat el mateix.

10. Bibliografia

Achenza, M. i Sanna, U. (2009). *Il Manuale tematico della terra cruda*. Roma: Dei - Tipografia del genio civile.

Agorsah, E. K., Atherton, J. H., Connah, G., Goucher, C. L., Halbar, B. G., Kense, F. J., ... & Shinnie, P. L. (1985). Archeological Implications of Traditional House Construction Among the Nchumuru of Northern Ghana [and Comments and Reply]. *Current Anthropology*, 26(1), 103-115.

Alfayé, S., Benavente, J. A., Gorgues, A., Marco, F., & Moret, P. (2004). El oppidum ibero-romano de El Palao (Alcañiz, Teruel). Campaña de excavaciones 2003. *Salduie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 4, p-417.

Alonso, N., Bernal, J., Castellano, A., Gonz`alez, S., Junyent, E., L`opez, J.B., Martínez, J., Mazuque, J., Nieto, A., Oliva, J.A., Piquès G., Prats, G., Vila, S., (2018). La fortaleza dels Vilars (Arbeca, les Garrigues): noves aportacions sobre la primera edat del ferro i l`epoca ib`erica (2010–2015). In: Gallart, J., Galobart, `A., Baiges, M., Mercado, R., Monjo, M., Pamplona, G., Tort, J., Querol, R., Reñé, X., Sorolla, M., Alòs, C., SolBCEs, E., Giralt, J. (Eds.), *Primeres Jornades d'Arqueologia i Paleontologia de Ponent* (balaguer i Lleida, 2015), 17–18 D'abril De 2015. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, pp. 88–99

Andúgar, L., Celdrán, E., Lull, V., Pérez, R. M., Oliart, C., & Herrada, C. R. (2021). Las ofrendas de fauna en tumbas argáricas: nuevas perspectivas desde La Almoloya y La Bastida (Murcia). *Trabajos de Prehistoria*, 78(1), 104-120.

Artioli, G. (2010). *Scientific methods and cultural heritage: an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*. OUP Oxford.

Ayala, M., i Polo, J. (1986). Dos yacimientos argáricos: el Rincón de Almendricos, el Cerro de las Viñas. Lorca (Murcia). el *II Convegno di Studi. Actas de un millennio di relazioni fra la Sardegna ei Paesi del MediterrBCEo*, 519-531.

Bergadà, M. M. (1998). *Estudio geoarqueològico de los asentamientos prehistóricos del Pleistoceno Superior y el Holoceno inicial en Catalunya*. BAR International Series 742.

- Bergadà, M. M.; Cervelló, J.M.; Edo, M.; Antolín, F.; Martínez, P. (2018). Procesos deposicionales y antrópicos en el registro holoceno de la Cova de Can Sadurní (Begues, Barcelona, España): aportaciones microestratigráficas. *Boletín Geológico y Minero*. 129 1/2: 251 - 284. DOI: <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.129.1.010>
- Brewer, R.(1964). *Fabric and mineral analysis of soils*. New York : Wiley.
- Brochier J.E. (1983). Combustion et parçage des herbivores domestiques. le point de vue du sédimentologue. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 80 (5): 143-145
- Brönnimann, D., Ismail-Meyer, K., Rentzel, P., Pümpin, C., & Lisá, L. (2017a). Excrements of herbivores. In C. Nicosia & G. Stoops (Eds.), *Archaeological soil and sediment micromorphology* (pp. 55–65). Chichester: Blackwell Science Ltd.
- Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G., & Tursina, T. (1985). *Handbook for soil thin section description*. Waine Research.
- Butzer, K. W. (2007). *Arqueología, una ecología del hombre: método y teoría para un enfoque contextual*. Barcelona: Bellaterra.
- Cammas, C. (1994). Approche micromorphologique de la stratigraphie urbaine à Lattes: premiers résultats. Lattara: *Mélanges D'histoire et D'archéologie de Lattes*, 7, 181–202.
- Campy, M. 1982: *Le Quaternaire Franc-comtois: Essai Chronologique et Palkoclimatique* (Besançon, These de Doctorat es Sciences naturelles, n°159, Facultt desSciences et Techni ques de l'Universite de Franche-Comte).
- Canti, M. G., & Nicosia, C. (2018). Formation, morphology and interpretation of darkened faecal spherulites. *Journal of Archaeological Science*, 89, 32–45.
- Caracuel, J.E., Sandoval, J., Martín-Martín, M., Estévez-Rubio, A. y Martín-Rojas, I. (2001): Datos preliminares del Jurásico del perfil de Malvariche en Sierra Espuña (Complejo Maláguide, Zonas Internas Béticas). *XVII Jornadas de Paleontología*. S.E.P. SEPAZ, 5.1, 271-278.
- Carbonell-Roca, J., Bergadà, M. M., Junyent, E., Alonso, N. (2024). Water management and raw-earth construction in protohistory: Uses and transformations of reservoir BS- 1625 at the site of Vilars d'Arbeca (Lleida, Spain), *Journal of Archaeological Science: Reports* 56, 104532

Celdrán Beltrán, E. (2023). La arquitectura y el urbanismo del asentamiento argárico de La Almoloya (Pliego, Murcia): conceptos, materiales y técnicas. [Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. Repositori Institucional – Universitat Autònoma de Barcelona.

Chapman, R., Lull, V., Picazo, M., i Sanahuja, M.E. (1987). *Proyecto Gatas. Sociedad y economía en el sudeste de España c. 2500-900 cal BCE*. BAR International Series 348. Archaeopress. Oxford..

Chapman, R. W. (1991): La formación de las sociedades complejas. La Península Ibérica en el marco del Mediterráneo Occidental, *Crítica*, Barcelona.

Cierva, J.de la y Cuadrado, E. (1945). Los descubrimientos argáricos en La Almoloya de Mula-Pliego (Murcia). Sucesores de Nogués, Murcia, pp. 3-32

Clark, G. (1944). Water in antiquity, *Antiquity*, 18(69), 1-15.

Cornwall, I. W. (1958). *Soils for the Archaeologist*. Phoenix House LTD, London

Courty, M.-A. and Fedoroff, N. (1982). Micromorphology of a Holocene dwelling. *PACT* 7, 257-55.

Courty, M.A., Goldberg, P., & Macphail, R.I. (1989). *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

Cuadrado Díaz, E. (1945a). La Almoloya, nuevo poblado de la cultura de El Argar. In *Anales de la Universidad de Murcia*.. Murcia: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

Cuadrado, E.(1945b), “Un nuevo yacimiento argárico: La Almoloya (Murcia)”, *Boletín Arqueológico del Sudeste Español*, 1, pp. 89-90. Cuadrado, E. (1945b), “ La Almoloya, nuevo poblado de la cultura de El Argar” , *Altales de la Universidad de Murcia, Letras*, 3, pp. 355-382.

De Pedro Michó, M. J. (2015). La Lloma de Betxí. Un poblado de la edad del bronce Junto al turia. In *Vivir junto al Turia hace 4.000 años: La Lloma de Betxí:[exposició] Museu de Prehistòria de València, de febrero a setembre de 2015* (pp. 28-37). Museu de Prehistòria de València.

- Fedoroff, N., & Courty, M. A. (2013). Revisiting the genesis of red Mediterranean soils. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(3), 359-375.
- Fuks, D., & Dunseth, Z. C. (2021). Dung in the dumps: what we can learn from multi-proxy studies of archaeological dung pellets. *Vegetation History and Archaeobotany*, 30(1), 137-153.
- Gé, T., Courty, M.-A., Matthews, W. i Wattez, J. (1993). Sedimentary Formation Processes of Occupation Surfaces. A P. Goldberg, D. T. Nash, i M. D. Petraglia (Eds.), *Formation Processes in Archaeological Context* (Prehistory, pp. 149–163).
- Gilman, A. (1975). Bronze age dynamics in southeast Spain. *Dialectical anthropology*, 1, 307-319.
- Gilman, A. 1987 Unequal development in Copper Age Iberia. In *Specialization, Exchange and Complex Societies*, edited by E.M. Brumfiel and T. Earle, pp. 22-29. Cambridge, Cambridge University Press.
- Goldberg, P. 1979: Micromorphology of Pech de l'Aze 11 sediments. *Journal of Archaeological Science* 6, 1747.
- González, F. M. (1978). Definición y sistematización del Bronce Tardío y Final en el Sudeste de la Península Ibérica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 3, 159-232.
- González, P. (1994). Cronología del grupo argárico. *Revista d'arqueologia de Ponent*, 7-46.
- Goldberg, P. i Macphail, R. I. (2006). *Practical and theoretical geoarchaeology*. Malden, MA: Blackwell Science Ltd.
- Guillaud, H. i Houben, H. (1989). *Traité de construction en terre*. Marseille: Parenthèses.
- Hinz, Martin; Schirmacher, Julien; Kneisel, Jutta; Rinne, Christoph; Weinelt, Mara (2019). *The Chalcolithic–Bronze Age transition in southern Iberia under the influence of the 4.2 kyr event? A correlation of climatological and demographic proxies*. *Journal of Neolithic Archaeology*, 21 Inst. für Ur- und Frühgeschichte der Univ. Kiel [10.12766/jna.2019.1](https://doi.org/10.12766/jna.2019.1)

- Junyent, E., Lafuente, À., & López, J. B. (1994). L'origen de l'arquitectura en pedra i l'urbanisme a la Catalunya occidental. *Cota zero: revista d'arqueologia i ciència*, 73-89.
- Kampschuur, W., Langeberg, C.W., Montenat, Ch., Pignatelli, R. y Egeler, C.G. (1972 a): *Mapa geológico de España (E. 1:50.000). Hoja de Alcantarilla nº 933*. I.G.M.E.
- Kampschuur, W., Langeberg, C.W., Baena, J., Velando, F., García- Monzón, G., Paquet, J. y Rondeel, H.E. (1972 b): *Mapa geológico de España (E. 1:50.000). Hoja de Coy nº 932*. I.G.M.E.
- Karkanias, P. i Goldberg, P. (2019). *Reconstructing archaeological sites. Understanding the geoarchaeological matrix*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Lindbo, D.L., Stolt, M.H., i Vepraskas, M.J. (2010). Redoximorphic Features. A Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths, G. Stoops, V. Marcelino, i F. Mees, ed. (Amsterdam: Elsevier B.V.), p. 129-147.
- Laville, H. 1976: Deposits in calcareous rockshelters: analytical methods and climatic interpretation. In Davidson, D.A. and Shackley, M.L. (editors), *Geoarchaeology* (London, Duckworth) 137-155.
- Loneragan, L. y Schraiber, B.C. (1993): Proximal deposits at a fault-controlled basin margin, Upper Miocene, SE Spain. *Journ. Geol. Soc. London*, 150, 719-727.
- López Padilla, J. A. (coord.) 2014: Cabezo Pardo (San Isidro/Granja de Rocamora). Excavaciones arqueológicas en el yacimiento de la Edad del Bronce. *MARQ Memorias Excavaciones Arqueológicas* 6, Alicante.
- López-Sáez, J. A., Alba Sánchez, F., Nájera Colino, T., Molina González, F., Pérez Díaz, S., & Sabariego Ruiz, S. (2014). Paleoambiente y sociedad en la Edad del Bronce de La Mancha: la Motilla del Azuer.
- Lorrio Alvarado, A. J., & Sánchez de Prado, M. D. (2009). La necrópolis celtibérica de Arcóbriga (Monreal de Ariza, Zaragoza). *Caesaraugusta*, 80, 11-565.
- Lull, V. 1983: *La 'cultura' de El Argar. Un modelo para el estudio de las formaciones económico-sociales prehistóricas*. Madrid: Akal .
- Lull, V., Micó, R., Rihuete, C., & Risch, R. (2011). Proyecto La Bastida: economía, urbanismo y territorio de una capital argárica. *Verdolay*, 13(5).

- Lull, V., Micó, R., Rihuete-Herrada, C., & Risch, R. (2013). Funerary practices and kinship in an Early Bronze Age society: a Bayesian approach applied to the radiocarbon dating of Argaric double tombs. *Journal of Archaeological Science*, 40(12), 4626-4634.
- Lull, V., Perez, R. M., Herrada, C. R., & Risch, R. (2014). The social value of silver in El Argar. In *Metals of power-Early gold and silver/Metalle der Macht-Frühes Gold und Silber* (pp. 557-576).
- Lull, V., Micó, R., Rihuete Herrada, C., & Risch, R. (2015a). La Bastida y Tira del Lienzo (Totana·Murcia). (1 ed.) (Ruta argárica. Guías arqueológicas).
- Lull, V., Micó, R., Rihuete Herrada, C., Risch, R., Celdrán Beltrán, E., Fregeiro Morador, M. I., Oliart Caravatti, C., & Velasco Felipe, C. (2015b). La Almoloya (Pliego·Murcia). (1 ed.) (Ruta argárica. Guías arqueológicas).
- Lull, V., Micó, R., Rihuete-Herrada, C., Risch, R., Celdrán, E., Fregeiro, M. I., ... & Oliart, C. (2015c). La Almoloya de Pliego antes de las excavaciones de 2013. *Verdolay*, (14), 43-66.
- Lull, V., Herrada, C. R., & Risch, R. (2015d). *La gestión del agua durante El Argar: el caso de La Bastida (Totana, Murcia)*. *Minis*, (23), 91-130.
- Lull, V., Micó, R., Rihuete, C., Risch, R., Celdrán, E., Fregeiro, M., ... & Velasco, C. (2016). La Almoloya (Pliego-Mula, Murcia): palacios y élites gobernantes en la Edad del Bronce. *El legado de Mula en la Historia*, 39-59.
- Macphail, R. I., Cruise, G. M., Allen, M. J., Linderholm, J., & Reynolds, P. (2004). Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK. *Journal of Archaeological Science*, 31(2), 175-191.
- Mathers, W. C. (1986). *Regional Development and Interaction in South-east Spain (6000-1000 BCE)* (Doctoral dissertation, University of Sheffield).
- Martín-Martín, M., Martín-Rojas, I., Caracuel, J.E., Estévez-Rubio, A., Martín-Algarra, A. y Sandoval, J. (2006a): Tectonic framework and extensional pattern of the Malaguide Complex from Sierra Espuña (Internal Betic Zone) during Jurassic- Cretaceous: Implication for the westernmost Tethys geodynamic evolution. *Int. J. Earth. Sci.*, 95, 5, 815-826.

Martín-Martín, M. Sanz de Galdeano C., García-Tortosa, F. y Martín-Rojas, I. (2006b): Tectonic units from the Sierra Espuña-Mula area (SE Spain): implication on the Triassic paleogeography and the geodynamic evolution for the Betic-Rif Internal Zone. *Geodinamica Acta*, 19, 1, 1-15.

Martín-Martín, M., Romero, G., & Mancheño, M. A. (2010). Guía Geológica del Parque Regional de Sierra Espuña. *Consejería de agricultura, agua y medio ambiente de la región de Murcia, Murcia*.

Martínez, M. S. G., Ruiz, J. A. M., & Cambroner, D. G. (2011). Formaciones forestales en la cuenca del Guadalentín durante la Edad del Bronce a partir del estudio antracológico de Barranco de la Viuda (Lorca, Murcia). *Saguntum Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 42, 43-57.

Martínez Mira, I., Vilaplana-Ortego, E., Such-Basañez, I., Juan Juan, J., & García del Cura, M. Á. (2014). Cabezo Pardo. Análisis instrumental de materiales de construcción de barro del yacimiento argárico.

Martínez, M. (2015). *El estado forestal de El Argar (ca. 2200-1550 cal BCE) Nuevas aportaciones antracológicas desde La Bastida (Murcia, España) para el conocimiento paleoecológico y paleoeconómico de la prehistoria reciente del sureste de la península Ibérica*. Universitat Autònoma de Barcelona,.

Mateu, M. (2016). *Estudi de la terra crua durant la primera edat del ferro al nord-est de la península ibèrica des de les perspectives micromorfològica i tipològica. Els materials del jaciment de Sant Jaume (Alcanar, Montsià)*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona

Mateu, M., Bergadà, M. M., Armada, X.L., Rafel, N. (2019). Micromorphology of the Early Iron Age semi-cemented floors: El Calvari del Molar (Tarragona, NE Spain) as case study. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 23, pp. 746 – 762

Mateu, M., Fernández, H., DBCEls, A., Cabadas, H., Piña, S. (2022). Earthen architecture in the Mesoamerican Classic Period: a micromorphological approach to its manufacture process. *Journal of Archaeological Science*, 137, 105525, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105525>.

Matthews, W. (1995). Micromorphological characterization and interpretation of occupation deposits and microstratigraphic sequences at Abu Salabikh, Southern Iraq. A

- Archaeological Sediments and Soils: Analysis, Interpretation and Management, A.J. Barham, i R.I. Macphail, ed. (London: Archetype Books, Southern Iraq), p. 41-74.
- Matthews, W. (2010). Geoarchaeology and taphonomy of plant remains and microarchaeological residues in early urban environments in the Ancient Near East. *Quaternary International*, 214 (1-2): 98–113.
- Matthews, W., French, C., Lawrence, T., Cutler, D. F. i Jones, M. K. (1997). Microstratigraphic and formation processes activities of site human. *World Archaeology*, 29(2), 281–308.
- Milek, K. (2012). Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: an ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverá, northeast Iceland. *Journal of Anthropological Archaeology*, 31(2), 119-137.
- Milek, K. (2014). *Micromorphology of occupation deposits on archaeological sites. A Soil micromorphology in general and archaeological context* (pp. 60–79). Brno: Mendel University in Brno.
- Miller, R. (1980). Water use in Syria and Palestine from the Neolithic to the Bronze Age. *World Archaeol.* 11, 331–341.
- Miller, N. F. (1984). The use of dung as fuel: an ethnographic example and an archaeological application. *Paléorient*, 71-79.
- Moliner-Aznar, S., 2022. Caracterización y valorización del patrimonio geológico del área de Sierra Espuña (Cordillera Bética: SE, España). [Tesis Doctoral, Universitat d'Alicante]. 310. p. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/124010>.
- Nicosia, C., & Stoops, G. (Eds.). (2017). *Archaeological soil and sediment micromorphology*. Chichester: Blackwell Science Ltd.
- Oliach, M. (2011). Cisternes protohistòriques de la plana occidental catalana. Aspectes morfològics i utilitaris. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 263-281.
- Pastor Quiles, M., Jover Maestre, F. J., Martínez Monleón, S., & López Padilla, J. A. (2018). *La construcción mediante amasado de barro en forma de bolas de Caramoro I (Elche, Alicante): Identificación de una nueva técnica constructiva con tierra en un asentamiento argárico*. <http://hdl.handle.net/10045/84970>

Portillo, M., Belarte, M. C., Ramon, J., Kallala, N., Sanmartí, J., & Albert, R. M. (2017). An ethnoarchaeological study of livestock dung fuels from cooking installations in northern Tunisia. *Quaternary International*, 431, 131-144.

Porta, J., López-Acevedo, M. i Poch, R. M. (2009). *Introducció a l'edafologia: ús i protecció de sòls*. Madrid [etc.] : Mundi-Prensa.

Porta, J., López-Acevedo, M. i Roquero, C. (1994). *Edafología: para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Mundi-Prensa

Risch, R. (2002): *Recursos naturales, medios de producción y explotación social. Un análisis económico de la industria lítica de Fuente Álamo (Almería) 2250- 1400 antes de nuestra era*. Iberia Archaeologica, 3. Mainz am Rhein: DAI.

Rhode, D. (2003). Coprolites from Hidden Cave, revisited: evidence for site occupation history, diet and sex of occupants. *Journal of Archaeological Science*, 30(7), 909-922.

Rhode, D., Haiying, Z., Madsen, D. B., Xing, G., Brantingham, P. J., Haizhou, M., & Olsen, J. W. (2007). Epipaleolithic/early neolithic settlements at Qinghai Lake, western China. *Journal of Archaeological Science*, 34(4), 600-612.

Schiffer, M.B. (1985). Is there a “Pompeii premise” in archaeology? *Journal of Anthropological Research*, 41, 18–41.

Shahack-Gross, R. (2011). Herbivorous livestock dung: Formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological significance. *J. Archaeol. Sci.* 38 (2), 205-218.

Shahack-Gross, R., Albert, R. M., Gilboa, A., Nagar-Hilman, O., Sharon, I. i Weiner, S. (2005). Geoarchaeology in an urban context: The uses of space in a Phoenician monumental building at Tel Dor (Israel). *Journal of Archaeological Science*, 32, 1417–1431.

Schüle, W. (1986). El Cerro de la Virgen de la Cabeza, Orce-Granada: Consideraciones sobre su marco ecológico y cultural. In *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)* (pp. 208- 220). Consejería de Cultura.

Storder, G. (2024). *La gestion de l'eau à la période minoenne. Une réflexion sur les technologies antiques, sur les travaux modernes et sur les perspectives de l'archéologie*.

Faculté de philosophie, artset lettres, Université catholique de Louvain, 2024. Prom. :
Langohr, Charlotte. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:45261>

Stoops, G. (2003). Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Wisconsin, Madison: Soil Science Society of America, Inc.

Stoops, G. (2021). *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections* (Vol. 184). John Wiley & Sons.

Stoops, G., Marcelino, V., & Mees, F. (2010). Micromorphological features and their relation to processes and classification: general guidelines and keys. In *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* (pp. 15-35). Elsevier.

Tykot, R. H. (2004). Scientific methods and applications to archaeological provenance studies. In *Physics methods in archaeometry* (pp. 407-432). IOS Press.

Vallverdú Poch, J. (2002). *Micromorfologia de las facias sedimentarias de la Sierra de Atapuerca y del Nivel J del Abric Romaní. Implicaciones Geoarqueológicas y paleoetnográficas*. Tesi Doctoral. Universitat Rovira i Virgili.

Vepraskas, M.J., Wilding, L.P., i Drees, L.R. (1993). Aquic conditions for Soil Taxonomy: concepts, soil morphology and micromorphology. *Dev. Soil Sci.* 22, 117- 131.

Wilson, L., & Pollard, A.M. (2001). The provenance hypothesis. In D.R. Brothwell & A.M. Pollard (Eds.), *Handbook of archaeological sciences* (pp. 507–518). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.