

## Guia de Camp - Transcatalònia 2019

### Els sòls del loess - Unes notes en el front de batalla Itinerari edàfic per la Terra Alta i la Ribera d'Ebre



JC Balasch, RM Poch, R Rodríguez, JM Plata, D Jiménez,  
X Castelltort, M Aran, E Ascaso, J Boixadera

Lleida, 1 de juny 2019

Imatges de la portada:

- Tempesta de pols a Texas (*Dust bowl*)
- Tall de loess de Batea. Localització de mostres per anàlisi i datació amb OSL (2014)
- Carta postal enviada per membres de la 60<sup>a</sup> Divisió – 95<sup>a</sup> Brigada als familiars (dibuix d'Horna sota la influència de l'art-Decó)
- Fotografia de soldats en camp obert saltant una rasa a la Batalla de l'Ebre





## Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	3
2. ÀREA D'ESTUDI.....	9
2.1. Les comarques.....	9
2.2. Geologia .....	10
2.3. Clima.....	11
2.4. Vegetació.....	11
2.5. Hidrografia i hidrologia.....	12
2.6. Nota històrica .....	13
2.7. Documents literaris complementaris de la Batalla de l'Ebre .....	16
3. ELS LOESS DEL CURS BAIX DE L'EBRE .....	19
4. PARADES TÈCNIQUES I DIVULGATIVES.....	25
PUNT 1. VILALBA DELS ARCS .....	26
PUNT 2. BATEA .....	30
PUNT 3. COLL DEL MÓRO .....	34
PUNT 4. MAS DE L'ALERANY .....	35
PUNT 5. TIVISSA.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	45



## 1. INTRODUCCIÓ

### Justificació d'una Transcatalònia dedicada als loess

La Transcatalònia és una activitat divulgativa consolidada en el calendari anual de la Societat Espanyola de la Ciència del Sòl (SECS - Delegació de Catalunya) i de la Secció de Sòls de la Institució Catalana d'Estudis Agraris (ICEA). En les converses mantingudes en la Transcatalònia 2018 es va plantejar la possibilitat de fer un circuit de visita dels sòls en els escenaris de la Batalla de l'Ebre, just 80 anys després d'acabar el conflicte i de posar en valor un tipus de sòls molt característic d'aquestes comarques.

Els sòls de les comarques de l'Ebre (Terra Alta i Ribera d'Ebre) han estat estudiats amb finalitats de coneixement bàsic i per a transformació en regadius en els anys 1980 i 1990 per part del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Alimentació de la Generalitat de Catalunya (Roca et al., 1987; Danés et al., 1991; Margarit & Monner, 1996). Arran d'aquestes primeres campanyes cartogràfiques i de descripció, es van identificar unes àrees que presentaven un tipus de sòls sobre materials sedimentaris molt homogenis i fins de difícil classificació respecte als que havien estat cartografiats anteriorment en altres contrades catalanes. Aquests tipus de sòls han donat lloc a un terme identificatiu propi de l'àmbit local: els sòls de *panal*.

Per altra banda, en diversos itineraris i excursions de divulgació edafològica com els de la Transcatalonia N-S (Boixadera & Poch, 2008) s'anava posant èmfasi en presentar aquests materials com a originats per processos diferents dels fluvials, col·luvials, periglaciàls, de gravetat o altres habituals i ben descrits en els medis temperats.

L'objectiu d'aquesta excursió es presentar els avenços recents en el coneixement dels sediments i sòls del *panal*, que científicament anomenem *loess*. Fins fa molt poc havien estat insuficientment identificats o mal interpretats a pesar que es troben representats en una part important del territori del nord-est peninsular, dins les comarques catalanes i aragoneses i, en especial, al curs baix de l'Ebre. Aquest coneixement és un complement bàsic per a la formació contínua dels estudiosos de l'edafologia catalana i dels tècnics de cartografia de sòls. Per a assolir aquest objectiu es presentaran en detall diversos afloraments singulars i ben estudiats de les comarques de la Terra Alta i la Ribera d'Ebre, que són representatius del conjunt de propietats dels sòls amb loess de la vall inferior de l'Ebre.

## Importància del loess al món. Distribució. Breu història dels coneixements. Interpretació paleoambiental

Els loess són els sediments eòlics del Quaternari més importants del planeta ja que s'estenen sobre uns 13 milions de km<sup>2</sup>, recobrint un 10 % de la superfície terrestre (Pye, 1987). Els sòls sobre loess han estat conreats des dels inicis de l'Agricultura com un dels sòls més productius del planeta, que han fet progressar algunes de les grans civilitzacions antigues com la xinesa, l'única que ha aconseguit sobreviure fins els nostres dies (Smalley & Rogers, 1996).

Per a Smalley i Vita-Finzi (1968) els loess són uns dipòsits clàstics constituïts per llims sense estructures sedimentàries, de classe modal entre 20-50 µm, compostos majoritàriament per partícules de quars i que han estat transportats pel vent. Segons Pecsì (1990) els loess convencionals han de reunir les següents característiques: acumulació no coherent amb predomini de la fracció llim gros, no estratificat, porós, permeable, estable en parets verticals, fàcilment erosionable per les aigües, de feble color groc i quars com a mineral primari acompanyat de feldspats, minerals de l'argila i carbonats. A pesar de l'anterior s'han descrit loess clàssics que no compleixen algunes de les característiques esmentades.

Es troben de forma profusa pel centre i nord d'Europa, Rússia, Ucraïna, Orient Mitjà: el Negev, Iemen, Emirats Àrabs, Iran, els marges muntanyosos de les serralades de l'Àsia central (Elbruz, Altai, Pamir, Tien Shan), amb l'extensió més gran sobre el Plateau de la Txina, erosionats i transportat pel riu Groc. També al continent nord-americà a Alaska, les terres deprimides centrals, les Grans Planes entre els rius Missouri i Colorado. A Sudamèrica: la Pampa i El Chaco d'Argentina, sud de Brasil i Uruguai. A Àfrica trobem els loess dels marges dels deserts de Tunísia, Líbia, Algèria, Nigèria i Namíbia.

El terme loess (löss) el va encunyar Karl Caesar von Leonard per descriure el 1830 a Heidelberg (Alemanya) uns materials homogenis observats a les riberes del riu Neckar. Casualment el geòleg Charles Lyell estava de viatge de noces pel Rin i es va trobar amb von Leonard qui li va mostrar els loess i així van quedar recollits en el famós llibre "Principis de Geologia", que va ser el responsable de fer-ne una ràpida divulgació pel món científic, tot i que en aquell moment no es coneixia l'origen dels materials. Cap a 1880 el baró Ferdinand von Richthofen ja els atribueix a un mecanisme de transport eòlic i aquest idea va ser àmpliament acceptada, sobretot als EUA. A Rússia, en canvi, sobre els anys 20 van tenir molta força les idees de L.S. Berg que els considerava formats com un sòl *in situ* pel procés de "loessificació", negant les hipòtesis eòliques. El 1960, el nord-americà J.R. Russell, va donar suport a aquesta nova visió, però no va tenir el seguiment dels seus col·legues. De nou un altre rus, V.A. Obruchev, va ser l'introduïdor del concepte de loess desèrtics, com a alternativa als loess generats en medi glacial i periglacial que són els més extensos i els primers a ser reconeguts, però aquest és un tema que arrossega encara molta controvèrsia (Smalley et al. 2019).



Els loess ofereixen molt interès per als estudis ambientals: és un dels tres registres terrestres (junt amb els sediments oceànics i els gels dels casquets glacials) que conté informació per a la interpretació global completa dels canvis paleoclimàtics i paleoambientals de la Terra al llarg del Quaternari. Durant els episodis glacials una reducció de la precipitació, una disminució de la vegetació i el canvi a sistemes esteparis, junt a l'increment de la força del vent i la producció de grans quantitats de partícules fines per l'abració glacial i la crioclastia de les roques, donen lloc a un increment del transport eòlic i a la deposició de sorres i llims en territoris annexes als ocupats pel gel. En aquest desplaçament de les partícules també hi intervenen els sistemes fluvio-glaciars i fluvials que transporten els materials cap a les àmplies planes al·luvials del curs inferior, on els vents de nou reprendran els materials fins. Durant els episodis càlids i humits en els loess es poden desenvolupar processos edàfics que quedaran preservats si són enterrats com a paleosòls. Els loess i els sòls es poden estudiar com a seqüències estratigràfiques per a la reconstrucció paleoambiental i climàtica, llavors parlem de seqüències loess-paleosòl (LPS). L'exemple més universal de l'anterior són els loess del Plateau Xinès amb potències de fins a uns 300 m, que contenen pràcticament sencera la seqüència estratigràfica del Quaternari amb un registre de 34 LPS i una durada d'uns 3 milions d'anys.

### Els loess d'Europa

A Europa els grans dipòsits de llims i sorres loèssics són d'edat Pleistocena, amb gruixos que van dels pocs decímetres a algunes desenes de metres en funció de la seva proximitat a les àrees font i del context geomorfològic. Es distribueixen en cinc grans àrees (Haase et al., 2007; Schaetzl et al., 2018) (Figures 1 i 2):

a) El cinturó nord-europeu, situat al sud del gran casquet glacial escandinau i que s'estén des de França a Alemanya, Polònia i el nord d'Ucraïna. Ocupa les planes de les Ardenes, l'escut renà, les muntanyes Harz, Ore, Karkonosze i els Tatras (N. Càrpats). Està situat en el front nord de les muntanyes de l'Europa Central, per sota de 200-300 m i una mica més alt, per sota de 400-500 m al sud d'Alemanya. Per la seva situació es troba molt influenciat pel permafrost periglacial amb una complexa estratigrafia i difícils correlacions

b) Est d'Europa (a l'est dels Càrpats) inclouria l'est de Romania, Moldàvia, SE de Polònia, Ucraïna, oest de Kazakhstan, i Rússia. Forma la major extensió d'Europa amb una catifa contínua que cobreix una superfície de més d'1 milió de kilòmetres quadrats. Deriva de les planes al·luvials i lacustres situades davant del casquet glacial escandinau. El gruix dels sediments, en general s'incrementa cap al sud indicant un origen glacial dels materials. Les sèries millor estudiades es troben al sud de la Plana Europea Oriental.

c) La vall del l'Alt Rin i les conques muntanyoses del centre i SW d'Alemanya, incloent Bohèmia i Moràvia a la República Txeca

d) Al llarg del riu Danubi des de Baviera cap a Àustria, Hongria, Eslovàquia, Croàcia, Sèrbia, Romania i nord de Bulgària. Ocupa una àmplia plataforma sense influència periglacial en la conca del Danubi, la més gran a l'oest de la gran plana de Rússia i Ucraïna. Les àrees font de les partícules són les planes del Danubi i els tributaris. El registre es molt complet amb potències superiors als 40 m. que s'estén des del Pleistocè inferior al mitjà i una estratigrafia ben desenvolupada on els paleosòls corresponen a fases clarament càlides.

e) En el sud d'Europa i properes a l'àrea mediterrània apareixen petites extensions de loess en les valls del Roina al sud de França, les valls de l'Ebre i Tajo a la península Ibèrica, la plana del Po a Itàlia, i al llarg de la costa nord adriàtica. Les sèries no assoleixen els gruixos de l'Europa central i oriental i la major part dels dipòsits estan constituïts per derivats dels loess primaris.

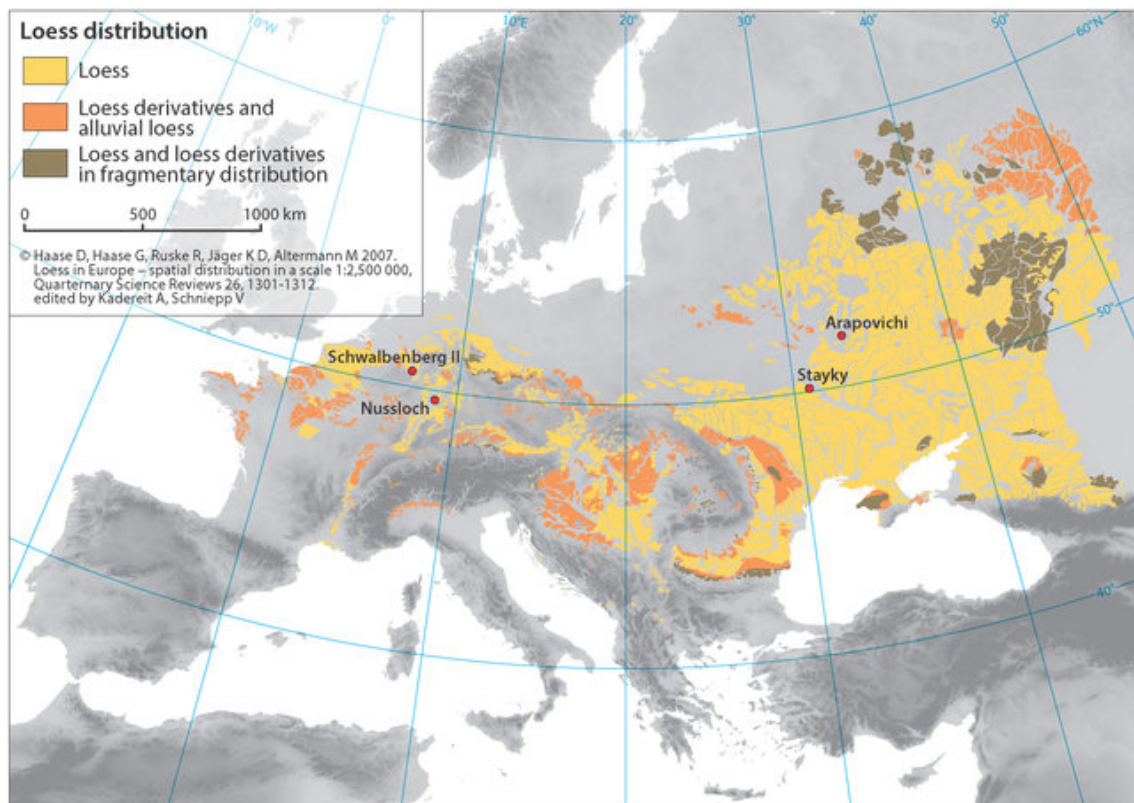


Figura 1. Distribució dels loess a Europa (Haase et al., 2007) amb la situació d'algunes de les columnes-perfils més coneguts en l'estudi de seqüències de loess-paleosòls (LPS).

Els loess europeus es presenten bàsicament en tres tipus d'afloraments: a) loess de plataforma o de cobertora de l'oest, com un mantell relativament constant i homogeni dipositat en el darrer període pleniglacial (30-15 ky), b) loess de vessant, molt més localitzats i de gruix variable, preservats en trampes sedimentàries afavorides per la vegetació en les cares de sotavent de les valls, c) en morfologia de dunes de diversos kilòmetres de llarg i relacionats amb els loess de plataforma són coneguts com loess Greda i es troben en la vall del Rin. Amb gruixos de 15-20 m correspondrien al pleniglacial (35-15 ky) (Rousseau et al., 2018).

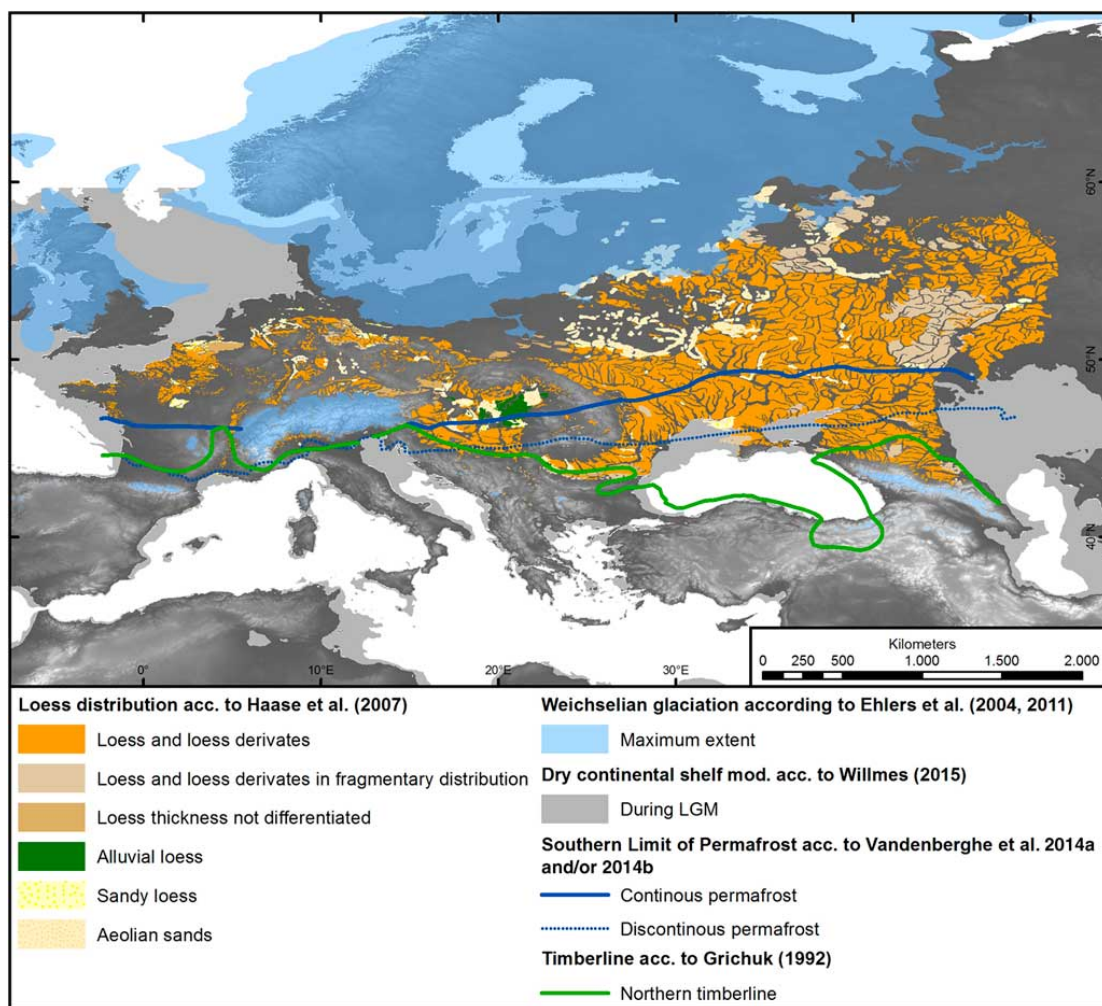


Figura 2. Mapa dels loess europeus (modificat a partir de Haase et al., 2007) incloent l'extensió dels casquets glacials escandinau i britànic i les geleres alpines durant el *Last Glacial Maximum* (LGM). Relació amb l'extensió del permafrost i el *timberline* en el mateix moment.

En les revisions de cartografia i identificació dels majors conjunts loèssics d'Europa publicades a principis del segle XXI (Haase et al., 2007; Rousseau et al., 2007; 2018) no apareixien referències directes als afloraments de la vall de l'Ebre. No és fins una recopilació de dades globals realitzada per Bertran i altres (2016), i a continuació pel Grup de Loess y Pedostratigrafia de l'INQUA (Schaetzl et al., 2018) que es troben al·lusions als treballs realitzats al SW d'Europa concentrats en la vall de l'Ebre i el centre de la Península Ibèrica, on es destaca que els gruixos generals del loess es redueixen a uns pocs metres, però s'assenyala que els materials són més gruixuts que els típics de les àrees centre i nord-europees.

### Els loess a la Península Ibèrica

A la península Ibèrica destaquen dues regions on els dipòsits de loess i els sòls desenvolupats sobre ells presenten extensions importants i han estat plenament identificats i descrits: la vall de l'Ebre i la regió centrada en la vall del riu Tajo dins la Submeseta Sud. No obstant, afloraments de menor entitat d'altres regions han estat atribuïts o relacionats amb loess, com els d'Andalucia (Brunnacker, 1969), Catalunya oriental (Solé Sabarís et al., 1957; Mücher et al., 1990; Roqué & Pallí, 1994), València (Dumas, 1979) o les Illes Balears (Muhs et al., 2010), però amb estudis poc aprofundits o amb insuficient concreció.

Les acumulacions sobre el vessant sud del riu Tajo, entre les ciutats de Toledo i Tarancón (centrades a Aranjuez), estan situades sobre sediments miocens amb guix, a alçades entre els 500 i 700 m amb gruixos inferiors a 8 m i comprenen una extensió superficial d'uns 400 km<sup>2</sup> (Garcia et al., 2010). Els sediments tenen una distribució granulomètrica de mida llim gros (45,7%), llim fi (28,8%), sorra (15,2%) i argila (9%). Constituïts per un contingut mitjà del 60% de carbonats (calcita + dolomita), un 30 % de quars, 8% de feldspats, i una certa presència de guix (García-Giménez et al., 2012; Calvo et al. 2016). Es van dipositar unes 10 unitats estratigràfiques en els moments freds del Pleistocè; la més antiga correspondria a la fase MIS 5 (uns 100.000 anys) i la més moderna correspon cap al final del MIS 2 (que coincideix amb Heinrich Stadial-1), ara fa uns 16.000 anys. En els moments càlids es va produir desenvolupament edàfic sobre aquests sediments. D'acord amb l'estudi dels minerals pesants l'origen dels materials loèssics del Tajo es troba en la deflació eòlica de les planes al·luvials del riu Tajo i afluents, i també de les planes miocenes amb guix que han actuat com a àrees fonts segons la direcció canviant dels vents (Wolf et al., 2019).

## 2. ÀREA D'ESTUDI

### 2.1. Les comarques

#### **La Terra Alta**

La comarca de la Terra Alta es troba a l'extrem sud-oest de Catalunya. L'orografia ve conformada, principalment, per les serres de Pàndols i de Cavalls i la serra abrupta dels Ports de Tortosa-Beseit (El Port), que s'estén entre la serra del Maestrat i la Cadena Costera Catalana. La comarca limita amb la Ribera d'Ebre al nord-est, el Baix Ebre al sud-est i el Matarranya (Aragó) a l'oest. El paisatge s'ha conservat gairebé invariable gràcies a l'escassa industrialització i a la concentració de la població en petits nuclis. Trobem els conreus tradicionals d'oliveres, ametllers, vinya i avellaners sobre les petites planes, que s'integren amb zones d'un gran interès paisatgístic com les imponents roques de Benet o la muntanya de Santa Bàrbara (en el marc del Port), o els magnífics salts d'aigua com els de Sotorres, el d'En Barber (de més de 100 m) i el de Cantavella. El relleu accidentat, el terreny calcari i el clima càlid i sec amb tendència mediterrània fan que hi hagi una vegetació rica i variada.

La Terra Alta ocupa una superfície de 743,4 km<sup>2</sup>. Inclou 12 municipis: Gandesa, Batea, Horta de Sant Joan, La Fatarella, Corbera d'Ebre, El Pinell de Brai, Bot, Vilalba dels Arcs, Arnes, la Pobla de Massaluca, Caseres i Prat de Comte. La població de tota la comarca és de 12943 habitants (2009) i la densitat de població és de 15,4 habitants/km<sup>2</sup>. Gandesa és la capital de la comarca (3028 hab.)

La superfície agrícola és de 26.207 ha de terres conreades, de les qual 24.343 ha són terres llaurades i 1.863 ha pastures permanents. Els cultius més importants són els fruiters (9.945 ha, principalment l'ametller), olivera (5.585 ha) i vinya (6.963 ha). En la ramaderia destaquen el sector porcí i l'avicultura. Es compten 2298 explotacions agràries. El sector de la viticultura ha conegut un fort impuls en els darrers anys amb un increment del seu reconeixement a nivell nacional i internacional; la denominació d'origen (DO) és la de Terra Alta que es va concedir l'any 1972. Aquesta DO (49 cellers en 2015) ha tingut un potent impuls i reconeixement en els darrers anys i inclou 5.820 ha de vinya inscrites, amb una producció que supera els 50.000 hl i més de 1.200 viticultors.

#### **La Ribera d'Ebre**

La Ribera d'Ebre s'estén a banda i banda del riu Ebre entre l'embassament de Riba-roja i Miravet i ocupa una superfície 827,3 km<sup>2</sup>. Inclou els municipis d'Ascó, Benissanet, Flix,

Garcia, Ginestar, Miravet, Móra d'Ebre, Móra la Nova, la Palma d'Ebre, Rasquera, Ribarroja d'Ebre, Tivissa, la Torre de l'espanyol i Vinebre. La comarca compta amb 21.965 habitants (2018) La capital és Móra d'Ebre (5.232 h). La superfície agrícola útil (SAU) és de 20.291 ha, de les quals 18.587 ha són terres llaurades. Els cultius dominants són els fruiters (6.671 ha) l'olivera (9.657 ha) i la vinya (1.128 ha). Es compten 2.364 explotacions agràries. El regadiu inclou unes 5.000 ha i són el presseguer ( 1.600 ha) i el cirerer (500 ha) els cultius dominants en aquest sector.

## 2.2. Geologia

Els afloraments de loess de l'Ebre s'estenen sobre la zona del curs inferior, allà on el riu abandona la gran depressió, per tant, a cavall de dues grans unitats morfoestructurals: la depressió terciària de l'Ebre (on hi ha la major part dels recobriments) i les estructures més occidentals de la Cadena Costera Catalana (CCC).

La depressió de l'Ebre constitueix la conca d'avant-país situada entre la Serralada dels Pirineus i la Cadena Costera Catalana. El seu rebliment s'inicia en l'Eocè, però en el marge de contacte amb la CCC els sediments representats són del període Oligocè i estan constituïts per conglomerats en la zona de contacte i gresos, lutites i calcàries cap a l'interior de la conca de l'Ebre. Els materials més moderns, que contenen les calcàries lacustres de la Fatarella, conformen la plataforma culminant dels relleus de la Terra Alta que es troba coronada per un potent horitzó petrocàlcic plioquaternari. Un apèndix marginal de la depressió de l'Ebre és la depressió o cubeta de Móra que queda enclavada sobre les estructures d'encavalcament de la CCC i delimitada per falles normals. En aquest espai hi ha un desenvolupament important de loess especialment a l'est del riu Ebre.

Els sediments oligocènics estan fortament plegats en la zona propera al contacte per l'encavalcament cap al NW de diverses làmines de la CCC (serres de Pàndols, Cavalls, el Port) amb notables discordances progressives intraoligocenes. És l'anomenat avant-país coster deformat (Roques d'en Benet, Montsant, la Llena). Els materials terciaris es veuen menys deformats a mesura que ens allunyem de la zona de contacte i ens endinsem cap a la depressió on cabussen molt suaument cap a l'interior de la conca.

La Cadena Costera Catalana és una serralada d'intraplaca formada per diverses macroestructures antiformes apilades durant el Paleogen (serres de Pàndols i Cavalls) que integren part del mantell del Priorat. El mantell del Priorat està format per un sòcol paleozoic amb batòlits granítics a l'est i materials de cobertura secundària a l'oest. Al sud-oest del mantell del Priorat apareix el conjunt de làmines encavalcants del Port, que sols afecta materials secundaris i constitueix el que s'anomena la zona d'enllaç amb la Serralada Ibèrica. Les làmines del Port encavalquen al mantell del

Priorat i a la conca de l'Ebre. Finalment, en el Neogen, es formarien les foses del Baix Ebre, Burgar i del Camp per l'actuació de falles normals en un període distensiu que afecta a totes les CCC. Els relleus configurats per les estructures plegades de la CCC estan alineats en eixos NE-SW, per la qual cosa actuen de barrera orogràfica perpendicular als vents dominants de la conca de l'Ebre i han condicionat en gran part les acumulacions eòliques del loess.

### 2.3. Clima

El clima de la Terra Alta és mediterrani amb tendència continental, en especial la meitat nord. La meitat sud rep més la influència de l'aire marítim, sobretot els vessants solells i encarats a la mar. A la meitat nord el clima és més sec i l'amplitud tèrmica entre l'hivern i l'estiu és més gran. Al sud, a més de la influència suavitzadora de l'aire marítim, hi ha l'efecte derivat de l'altitud, amb ambients més frescals i humits. Les temperatures mitjanes anuals se situen entre els 10 °C, als cims més alts, i els 14 °C als sectors inferiors. Els hiverns són llargs i freds, entre 5 i 6 °C de temperatura mitjana mensual al gener. En canvi, els estius són més aviat calorosos, entre 22 i 25 °C en bona part de la comarca, les més elevades en l'extrem septentrional. Les precipitacions són escasses, entre poc menys de 400 mm en els sectors septentrionals, i més de 700 mm a les serres més elevades del sud. En bona part de la comarca la mitjana anual se situa entre 400 i 500 mm. El maig sol ser el mes més plujós. Els estius són secs.

Una mica diferent a l'anterior, el clima a la comarca de la Ribera d'Ebre és mediterrani litoral sud a la part meridional de la comarca i mediterrani continental sec a la part septentrional. El règim tèrmic es caracteritza per estius calorosos i hiverns moderats, essent més acusats a mesura que es puja en altura. La temperatura mitjana ronda els 15 °C. El període lliure de glaçades comprèn els mesos de maig fins a octubre. Dominen els vents de cerç i migjorn i també és remarcable la boira de riu, que es forma a l'hivern en les zones deprimides al voltant del riu Ebre. La distribució de la precipitació a la comarca de la Ribera d'Ebre és irregular, amb un total anual escàs i la pluviometria mitjana es troba entorn dels 400 mm. L'estació més plujosa és la tardor, seguida de la primavera i la menys plujosa l'estiu.

### 2.4. Vegetació

La diversitat de relleus i climes fa que a la Terra Alta hi hagi una gran varietat de paisatges vegetals. Als sectors planers hi ha un predomini d'espai conreat, però als vessants inclinats, en especial a les serres del sud i sud-est, hi ha un predomini da

matollars i pinedes. Abunden les brolles i garrigues, sovint ocupades per pi blanc. La vegetació que ocuparia naturalment la comarca es distribueix segons el clima. Bona part de la comarca estaria ocupada per boscos de carrasques i alzines. D'alzinars i carrascars n'hi ha ben pocs, només resten alguns boscos mixtos amb alzines i carrasques més aviat baixes. El carrascar es formaria més aviat al sector més continental, i l'alzinar al territori on la influència marítima és més notòria.

A l'extrem nord on plou menys, els hiverns són freds i els estius calorosos, i segurament no s'hi faria cap bosc. Més aviat una màquia de garric i arçot, encara que actualment hi domina una brolla clara i d'altres matollars baixos i discontinus. En canvi, a les muntanyes del sector sud, les precipitacions més elevades i l'ambient més frescal permeten la instal·lació de boscos de roure, actualment rars, i de pinedes, en especial de pinassa.

La vegetació natural de la comarca de la Ribera d'Ebre és acusadament mediterrània a tota la comarca. A la part més continental (en contacte amb les Garrigues), el carrascar és la vegetació potencial més important, però a l'extrem occidental domina la màquia de garric i arçot. La part més marítima correspon al domini de l'alzinar típic i, a la part baixa del vessant litoral, al de la màquia de llentiscle i margalló. En el moment actual totes aquestes diferències són dissimulades pel predomini molt general de les brolles calcícoles amb pi blanc. A les riberes dominen l'àlber i l'om, així com els canyissars. La vegetació espontània està molt degradada. A part la serra de Cardó, que es conserva boscada, els vessants de les muntanyes es mostren àrids i pedregosos. L'any 2013 la UNESCO va declarar la Reserva de la Biosfera de les Terres de l'Ebre, part de la superfície de la qual és inclosa a la comarques de la Terra Alta i la Ribera d'Ebre, conjuntament amb les comarques catalanes d'El Baix Ebre i El Montsià.

## 2.5. Hidrografia i hidrologia

La comarca de la Ribera d'Ebre és la porta d'entrada del riu Ebre a Catalunya i s'estén al llarg de 40 km a banda i banda d'aquest riu, entre l'Embassament de Riba-roja i Miravet. L'Ebre ha marcat la vida de la població a la comarca de la Ribera d'Ebre i ha esculpit durant milions d'anys les seves terres, fet que ha provocat una generosa vall interior on podem trobar ecosistemes fluvials, de muntanya i camps de conreus. Dins la comarca, el riu Ebre rep els rius Matarranya per la dreta i els de la Cana, Siurana i Burgar o barranc del Comte per l'esquerra.

La comarca actual de la Terra Alta no és travessada per cap riu important. Són cursos intermitents, que només porten aigua en períodes de pluges importants (rambles). Malgrat la mancança de cursos d'aigua a la comarca, la Terra Alta és delimitada per cursos importants d'aigua: l'Ebre, el Matarranya i el riu Algars.



L'Ebre toca de frec la Terra Alta, en el seu extrem nord, just a la confluència de l'Ebre amb el Matarranya. L'Ebre passa per una vall estreta, actualment inundada per les aigües de l'embassament de Riba-roja. Precisament al fons de la vall hi havia el poble de Faió, dins d'Aragó, que en ser inundat per les aigües va ser construït de cap i de nou, a 239 metres d'altitud. El Matarranya i el seu afluent més important, el riu d'Algars, tenen un cabal regular i un recorregut amb nombrosos meandres. Són rius que tenen part del seu llit encaixat en congostos o estrets, sobretot quan travessen territoris amb roca dura i compacta. El riu d'Algars ressegueix durant un llarg recorregut el límit de la comarca amb les terres d'Aragó. S'uneix al Matarranya poc abans que aquest aboqui les seves aigües a l'Ebre.

(<http://www.portaldecatalunya.cat/presentacio/comarca>)

## 2.6. Nota històrica

### La comanda dels Templers al Baix Ebre

Ambdues comarques tenen un lligam històric important en l'època de l'Ordre del Temple. Va ser molt important la comanda dels Templers de Miravet i la Sots-comanda de Gandesa (1153-1308). La comanda del Temple va passar a l'ordre dels Hospitalers un cop extingida l'Ordre dels Templers. El castell de Miravet és una impressionant construcció de l'època que domina el pas del riu Ebre en aquesta població i fou un dels punts neuràlgics del poder templer a la zona.

### La batalla de l'Ebre

Les comarques de la Terra Alta i de la Ribera d'Ebre van entrar en la història en el decurs de la Guerra Civil Espanyola (1936-39) al esdevenir l'escenari d'una de les batalles llegendàries d'aquesta confrontació i la que es considera la més transcendent de l'escomesa. Per part del bàndol republicà va consistir en una maniobra dissenyada pel general Vicente Rojo per interrompre l'ofensiva del bàndol nacional al País Valencià i donar un gest d'esperança a la marxa del conflicte. Una acció relacionada també amb el context internacional previ a la Segona Guerra Mundial.

La batalla va durar 115 dies. Els escenaris foren la vora dreta de l'Ebre, des de Faió a Xerta i, a la Terra Alta, les serres de Cavalls i de Pàndols al sud, les muntanyes de la Fatarella al nord, i la vall del riu Sec i la serra de Perles. El front es va desenvolupar en uns 35 km. El pas del riu pels republicans es produí el 25 de juliol de 1938. Les avantguardes republicanes foren aturades als afores de la Poble de Massalua, de Vilalba dels Arcs i de Gandesa. Aquesta darrera població, centre de comunicacions, era

un dels objectius principals de l'atac. El 3 d'agost, les forces republicanes, vist el reforçament de l'enemic, que disposava de superioritat d'artilleria i aèria, i el desgast sofert, es posaren a la defensiva. Les forces del govern de Burgos, després de reduir la bossa de Mequinensa (6-7 d'agost), muntaren una contraofensiva per Pàndols (10-15 d'agost), que no reeixí; després, també atacaren (19-25 d'agost) pel sector de Vilalba. Finalment van rompre el front per Corbera (3 de setembre), però trigaren un mes fins a arribar a l'encreuament de les Camposines, nus vital de les comunicacions republicanes. El 30-31 d'octubre, un atac contra la serra de Cavalls reeixí i el comandament republicà ordenà el replegament de les forces que defensaven Pàndols i després la retirada a la vora esquerra de l'Ebre. Les forces del govern de Burgos ocuparen Miravet, Benissanet Móra d'Ebre, la Fatarella i Riba-roja. El dia 16 de novembre les darreres forces republicanes evacuaren Flix, que fou ocupat el 17.

La batalla es caracteritzà per les grans concentracions de foc d'artilleria, per la intensitat dels atacs aeris i per la duresa de la lluita. Pel costat republicà, hi participaren totes les divisions de l'Exèrcit de l'Ebre i la major part de les de l'Exèrcit de l'Est, unitats formades en bona part per catalans (amb la incorporació de les lleves del 40, del 41, del 25 i del 26). Pel bàndol del govern de Burgos, hi participà, entre altres, una unitat majoritàriament catalana: el Terç de Requetès de la Mare de Déu de Montserrat. Els generals Franco i Yagüe van establir un punt de vigilància i control molt important sobre l'avanç de les tropes nacionals a Coll del Moro. Les baixes de la contesa foren molt elevades, lleugerament més les de les tropes republicanes (hom calcula que aquestes hi tingueren més de 20.000 morts, potser 30.000). Les divisions més castigades sofriren del 40 al 60% de baixes (morts, ferits i presoners), i fins i tot més en alguns batallons. Va ser important la participació de les Brigades Internacionals formades per voluntaris antifeixistes de diversos països, fins que el comitè de No-intervenció va ordenar el seu replegament

Quan les tropes de Líster derrotades van abandonar la riba dreta de l'Ebre, cobertes per les divisions del general Tagüeña, la imatge era dantesca. Ja era evident que s'havia perdut la Guerra Civil i també la II República. Els recursos que van perdre els republicans ja no es tornarien a recuperar. Després de l'Ebre, els republicans retrocedirien davant les tropes de Franco sense tornar a prendre la iniciativa fins a la rendició final. La derrota de l'exèrcit republicà a la batalla de l'Ebre verificava el final de la Guerra Civil

#### La Posició Tàrrrega (Cota 481) de Vilalba dels Arcs a la Batalla de l'Ebre

El 19 d'agost de 1938 va tenir lloc una ofensiva dels nacionals des de Vilalba dels Arcs a Corbera i el Puig Gaetà. El sector on va tenir lloc la batalla més dura i dramàtica fou el punt conegut com a Quatre Camins, situat a 2 km de Vilalba dels Arcs, una cruïlla de les

carreteres que uneixen La Fatarella, la Pobla de Massalua, Batea i Gandesa. Molt pròxims a aquesta cruïlla hi ha dos turons sobre restes d'horitzons petrocàlcics molt potents que no tenen massa rellevància orogràfica, però són estratègics per al control de la cruïlla: la cota 427 en mans dels nacionals, més coneguda com Quatre Camins, i la cota 481 coneguda com posició Tàrrega (Figura 3), controlada pels republicans i separada uns 450 m de l'anterior. Comptava amb un petit bosc i una potent fortificació que era un risc pel bàndol nacional. La posició Tàrrega havia estat fortificada amb dues línies de trinxeres separades uns 500 m, de profunditat variable en funció del terreny i estaven auxiliades per nius de metralladora. La defensa la integraven unitats de la 31<sup>a</sup> Brigada Mixta de la 3<sup>a</sup> Divisió. Era una defensa molt valuosa per al control de les comunicacions per carretera i per a iniciar maniobres d'atac.

La posició Tàrrega es va convertir en l'escenari de violents combats. Fou en aquest lloc on el *Tercio de Requetés de Nuestra Señora de Montserrat*, integrada majoritàriament per soldats catalans que havien fugit de la República, va atacar a la una de la matinada des de la cota 427 a la 481, o posició Tàrrega, amb una pèrdua de vides colossal. L'atac fou directe al cim de la posició, però els republicans es van defensar sense cedir terreny. Dos batallons de l'exercit de Franco que havien de reforçar simultàniament l'atac dels Requetés van abandonar l'operació davant la pluja de projectils i els van deixar sols i immobilitzats entre les vinyes i línies de filferros, rebent una tempesta de bales, bombes i metralla per part dels republicans. Van morir el 75% dels requetès atacants, que van ser enterrats prop de la posició on ara hi ha un monument recordatori. A pesar de tot l'esforç de resistència, l'endemà els dos batallons franquistes van atacar de nou i van conquerir aquesta posició.

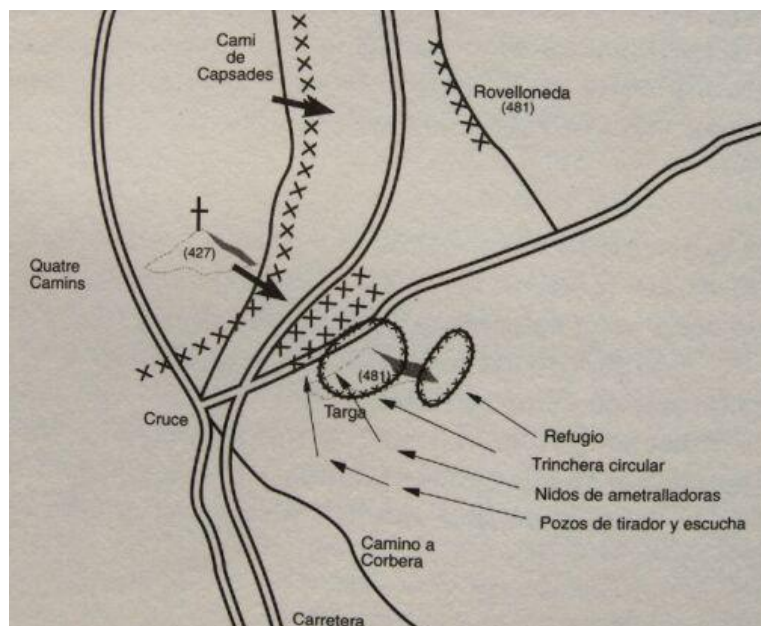


Figura 3. Croquis de la posició Tàrrega a la cruïlla de Quatre Camins, escenari d'una de les batalles més cruentes per la captura d'aquest sector crucial a la vigilància de la zona.

(<http://www.grandesbatallas.es/batalla%20del%20ebro.html>)

## 2.7. Documents literaris complementaris de la Batalla de l'Ebre

### 1. Carta a l'esposa

*“Diria tantes coses i aixecaria tants acusatius sobre aquests bandits diplomàtics i d'estat que permeten tals iniquitats, que prefereixo callar, callar per honor als herois de l'Ebre, pels de Llevant i pels d'Extremadura, i pels pacífics ciutadans de totes les ciutats i viles de la nostra Espanya, i pel menyspreu repulsiu a tot aquest món que sembla una immensa pedrera”. Així escrivia Ramon Boix, tinent de l'exèrcit republicà l'estiu de 1938, en una carta a la seva dona, en algun punt de la Terra Alta enmig del combats del que la història en diu “La batalla de l'Ebre”.*

### 2. Extractes de “Homage to Catalonia” (George Orwell), 1938)

*“As the road struck into the sierra we branched off to the right and climbed a narrow mule-track that wound round the mountainside. The hills in that part of Spain are of a queer formation, horseshoe-shaped with flattish tops and very steep sides running down into immense ravines. On the higher slopes nothing grows except stunted shrubs and heath, with the white bones of the limestone sticking out everywhere. The front line here was not a continuous line of trenches, which would have been impossible in such mountainous country; it was simply a chain of fortified posts, always known as 'positions', perched on each hill-top. In the distance you could see our 'position' at the crown of the horseshoe; a ragged barricade of sand-bags, a red flag fluttering, the smoke of dug-out fires. A little nearer, and you could smell a sickening sweetish stink that lived in my nostrils for weeks afterwards. Into the cleft immediately behind the position all the refuse of months had been tipped — a deep festering bed of breadcrusts, excrement, and rusty tins.”*

*“Sometimes there were shrieking winds that tore your cap off and twisted your hair in all directions, sometimes there were mists that poured into the trench like a liquid and seemed to penetrate your bones; frequently it rained, and even a quarter of an hour's rain was enough to make conditions intolerable. The thin skin of earth over the limestone turned promptly into a slippery grease, and as you were always walking on a slope it was impossible to keep your footing. On dark nights I have often fallen half a dozen times in twenty yards; and this was dangerous, because it meant that the lock of one's rifle became jammed with mud. For days together clothes, boots, blankets, and rifles were more or less coated with mud.”*

*“My arm was still in bandages, I could not dig, and I spent most of that day reading a detective story — The Missing Money- lender its name was. I don't remember the plot of it, but I remember very clearly the feeling of sitting there reading it; the dampish clay*

*of the trench bottom underneath me, the constant shifting of my legs out of the way as men hurried stopping down the trench, the crack-crack-crack of bullets a foot or two overhead."*

*"It was still raining and intensely dark, but the wind had dropped. The mud was unspeakable. The paths through the beet-fields were simply a succession of lumps, as slippery as a greasy pole, with huge pools everywhere. Long before we got to the place where we were to leave our own parapet everyone had fallen several times and our rifles were coated with mud."*

#### Traducció

*"Quan el camí entrava a la serra, vàrem tombar cap a la dreta i vam pujar a una estreta pista de mules que vorejava el vessant de la muntanya. Els turons d'aquesta part d'Espanya són d'una formació estranya, amb forma de ferradura, amb cims aplanats i vessants amb molt pendent que cauen en immensos barrancs. A les vessants més altes no hi creix res, excepte arbustos rabassuts i bruc, amb els ossos blancs de la pedra calcària que surten a tot arreu. La línia de front no era una línia contínua de trinxeres, cosa que hauria estat impossible en un país tan muntanyenc; era simplement una cadena de llocs fortificats, sempre coneguts com a "posicions", situats a cadascun dels turons. A la distància es podia veure la nostra "posició" a la corona de la ferradura; una barricada esquinçada de bosses de sorra, una bandera vermella onejant, el fum de les fogueres. Una mica més a prop, ja es podia olorar una pudor empalagosa i malaltissa que va romandre a les meves fosos nasals durant les setmanes posteriors. Immediatament darrere de la posició, en una esquerra, s'hi havien llençat les deixalles de mesos: un profund i supurant llit de restes de pa, excrements i llaunes rovellades."*

*"De vegades bufaven vents udolants que ens arrencaven la gorra i ens feien volar els cabells en totes direccions, boires que s'introduïen en la trinxera com un líquid i semblaven penetrar fins als ossos; plovia amb freqüència, i amb un quart d'hora de pluja n'hi havia prou perquè les condicions es tornessin insuportables. La prima capa de terra per sobre de la pedra no trigava a convertir-se en una pasta relliscosa i, com sempre es caminava sobre pendent, resultava impossible conservar l'equilibri. A les nits fosques sovint queia mitja dotzena de vegades en menys de vint metres; i això era perillós, ja que el bloqueig del fusell podia quedar encallat amb el fang. Durant dies la roba, les botes, les mantes i les armes es quedaven enfangades."*

*"El meu braç seguia embenat, no podia cavar, i vaig passar la major part d'aquest dia llegint una novel·la policíaca que es deia "El prestador desaparegut". No recordo l'argument, però sí, molt clarament, la sensació de ser-hi assegut llegint-lo; l'argila humida del fons de la trinxera sota meu, el canvi constant en la posició de les cames*

*per donar pas als homes que hi corrien ajupits, el crac-crac-crac de les bales pocs centímetres per sobre del meu cap."*

*"Continuava la pluja i la intensa foscor, però el vent havia cessat. El fangar era indescriptible. Els camins a través dels camps de remolatxa eren una simple successió de terrossos de fang, tan relliscosos com una cucanya, amb enormes bassals per tot arreu. Molt abans que arribéssim al lloc on havíem d'abandonar el nostre propi parapet, ja havíem caigut diverses vegades i teníem els fusells enfangats."*

### 3. ELS LOESS DEL CURS BAIX DE L'EBRE

En la zona relacionada amb el curs inferior del riu Ebre s'han identificat diferents dipòsits eòlics, bàsicament corresponents a materials molt fins coneguts com a loess, encara que també s'han reconegut algunes acumulacions puntuals de sorra que corresponen a dunes o sistemes dunars (Balasch et al., 2010; 2011; Boixadera et al., 2015; Rodríguez-Ochoa et al., 2017, Plata et al., 2019). En conjunt, ocupen les comarques catalanes de la Terra Alta i la Ribera d'Ebre i les aragoneses del Bajo Aragón i Matarranya amb un recobriment d'uns 2.000 km<sup>2</sup>. Es tracta, per tant, del conjunt loèssic més extens de la Península Ibèrica (Figura 4).

Els seu dipòsit es localitza sobre formes de relleu molt diverses com plataformes estructurals, vessants preferentment de sotavent, terrasses fluvials de l'Ebre, meandres abandonats del Matarranya i Algars i cubetes de deflació eòlica en la banda més occidental. La localització i potència dels sediments està relacionada amb els obstacles orogràfics que han actuat com a trampes aerodinàmiques a la procedència dels vents predominants del NW. Es poden distingir dues grans àrees deposicionals en funció de la situació: la regió occidental dins la depressió de l'Ebre, és la més gran, i tindria el depocentre aproximadament a Batea (perfils de Chiprana, Coll de Maella, Faió, Caserres, Villalba dels Arcs, Batea); la regió oriental, de menor extensió, continguda entre la depressió de Móra d'Ebre i la serra de Tivissa (perfils de Guiamets, Mas de l'Alerany, Tivissa).

Estan compostos majoritàriament per sorres molt fines i llims, formant un conjunt molt seleccionat de mida molt homogènia, de la mateixa que els loess sorrencs descrits per Coudé-Gausson (1990). Sovint han estat retreballats de les posicions originals per processos al·luvials i de vessant i es converteixen en loess secundaris (loess derivats o loess-like). Tenen un color entre groguenc i salmó clar i generalment no presenten estructures sedimentàries. L'espessor més freqüent de les acumulacions oscil·la entre 3 i 4 m, encara que es poden trobar indrets on s'hi ha acumulat fins uns 10 m de gruix. En casos determinats, com a Mas de l'Alerany i a Tivissa es poden identificar dues seqüències deposicionals acumulades de diferent edat.

Els materials de loess presenten una porositat molt elevada i, en general, una cohesió molt baixa pel que es veuen molt afectats per l'erosió hídrica. Curiosament els talussos dels loess són molt estables a pesar de la baixa cohesió dels grans. Els sòls més freqüents es classifiquen, segons la SCS (2014) com Calcixeroll típic, però apareixen també Haploxerept càlcic i Xerorthent típic. Els colors Munsell més freqüents són 10 YR 5/6, essent relativament freqüents 10 YR 4/6, 7,5 YR 4/6 i, més rarament, s'ha localitzat un horitzó 5 YR 5/6. No s'observen taques excepte en algun horitzó i reoxidacions de Fe. En molt pocs horitzons s'observen elements grollers i en proporció molt escassa. Majoritàriament les estructures són moderades o febles amb

dominància dels blocs subangulars de mida mitjana. L'activitat de la fauna és freqüent o abundant i en forma de galeries reblertes i turrícules. S'observen acumulacions de carbonat càlcic secundàries en tots els sòls, com a nòduls friables, nòduls durs i pulverulents. També es troben acumulacions de guix secundari vermiforme i en revestiments de canals d'arrels en molts del sòls estudiats de la zona occidental i són més rars o absents en la zona oriental (cubeta de Móra).

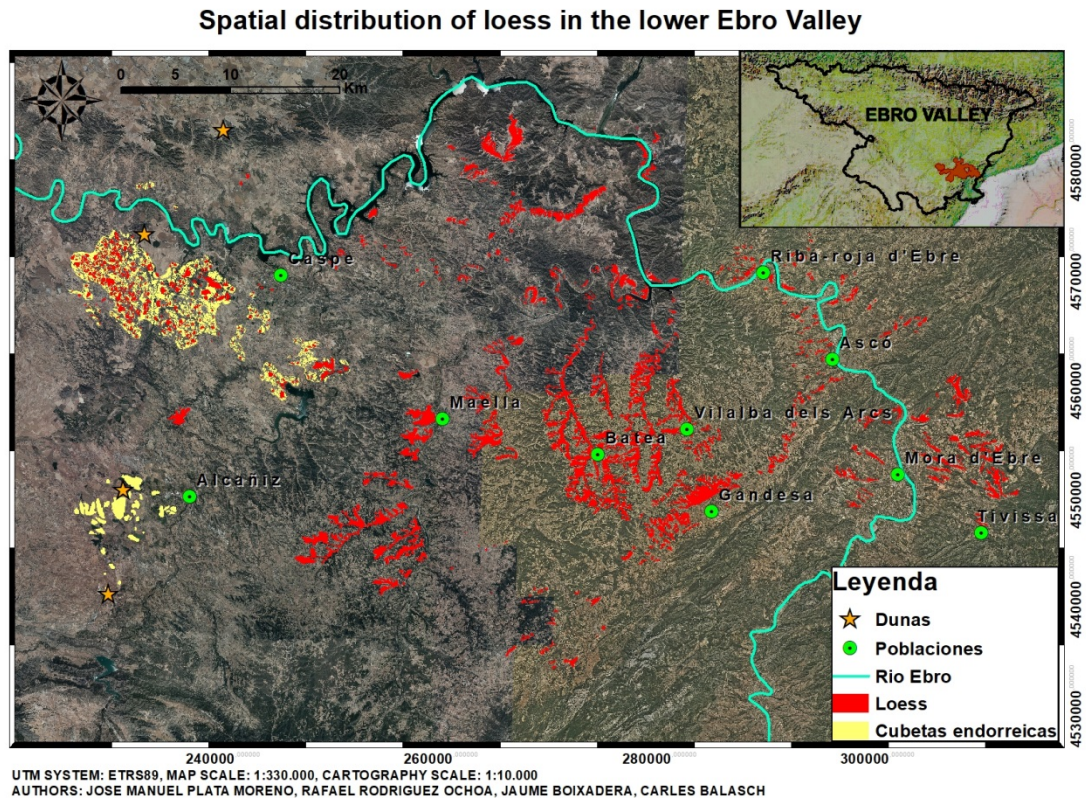


Figura 4. Mapa de distribució del loess en la zona del curs inferior de l'Ebre on s'indica la situació del riu Ebre i la seva plana al·luvial i les cubetes endorreiques del sector Chiprana-Caspe-Alcañiz (Plata et al., 2019)

Les fraccions més comuns són les de sorra molt fina, llim gros, llim fi i argila (Taules 1 i 2 i Figura 5), essent lleugerament més groller el conjunt del sector occidental (Depressió de l'Ebre) on la classe modal és la de la sorra molt fina, que el sector oriental (Cubeta de Móra) on predomina la del llim groller. Les granulometries s'associen a les classes texturals franc sorrenca, franca i franc llimosa que varien en funció de la seqüència vertical dels dipòsits i també lateralment com s'aprecia en la Figura 6. La relació textural i selecció marcada entre els loess del Baix Ebre i les sorres de la terrassa II del mateix riu, d'on podrien procedir es pot veure a la Figura 7.



Taula 1. Valors mitjans, desviació estàndard, màxim i mínim de les fraccions texturals USDA (percentatge en pes) de les mostres (n=61) de loess del sector occidental (Depressió de l'Ebre). LF: llim fi, LG: llim gros, SMF: sorra molt fina, SF: sorra fina, SM: sorra mitjana; SG: sorra grollera, SMG: sorra molt grollera (Rodríguez-Ochoa et al., 2017)

	argila <2 $\mu$ m (%)	LF 2-20 $\mu$ m (%)	LG 20- 50 $\mu$ m (%)	SMF 50- 100 $\mu$ m (%)	SF 100- 250 $\mu$ m (%)	SM 250- 500 $\mu$ m (%)	SG 500- 1000 $\mu$ m (%)	SMG 1000- 2000 $\mu$ m (%)
Mitjana	17,7	17,5	20,0	32,0	9,7	2,1	0,6	0,4
Desviació	4	7,3	8,3	11,3	8	3,8	0,7	0,8
Màxim	24,4	45,8	37	53,1	37,3	20,7	3,9	3,4
Mínim	10,7	7,1	6,1	6,9	1,1	0	0	0

Taula 2. Valors mitjans, desviació estàndard, màxim i mínim de les fraccions texturals USDA (percentatge en pes) de les mostres (n=29) de loess del sector oriental (Depressió de Móra d'Ebre). LF: llim fi, LG: llim gros, SMF: sorra molt fina, SF: sorra fina, SM: sorra mitjana; SG: sorra grollera, SMG: sorra molt grollera (Boixadera et al., 2015)

	argila <2 $\mu$ m (%)	LF 2-20 $\mu$ m (%)	LG 20- 50 $\mu$ m (%)	SMF 50- 100 $\mu$ m (%)	SF 100- 250 $\mu$ m (%)	SM 250- 500 $\mu$ m (%)	SG 500- 1000 $\mu$ m (%)	SMG 1000- 2000 $\mu$ m (%)
Mitjana	11,6	17,7	31,0	30,0	6,8	1,3	0,7	0,5
Desviació	2,1	4,5	6,9	9	4,3	2,2	1,4	1,2
Màxim	16,1	25,6	40,1	47,9	24,1	9,9	7,6	6,6
Mínim	8,3	8,6	15,5	16	2,4	0,1	0,1	0,1

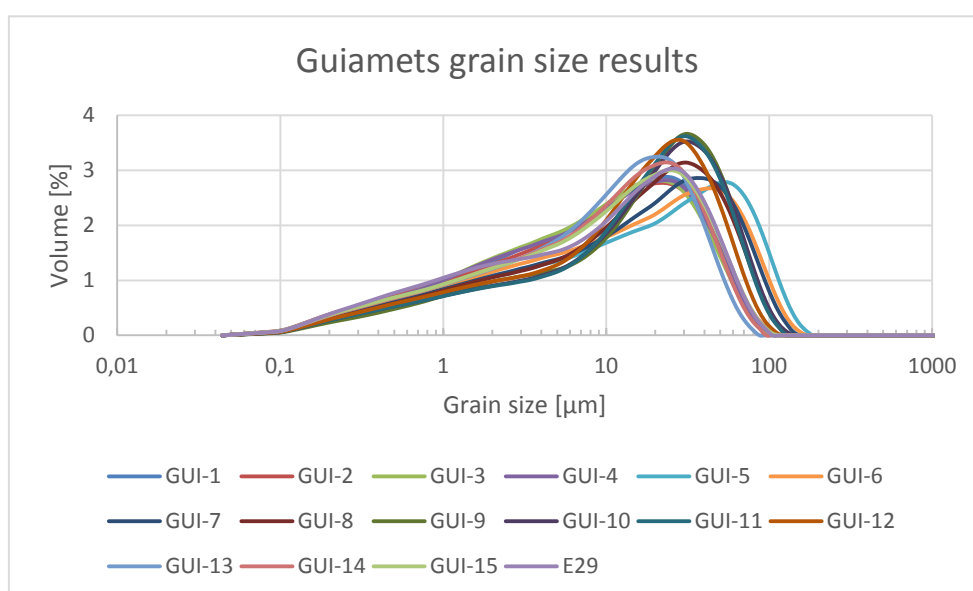


Figura 5. Distribució granulomètrica de mostres del perfil de Guiamets (Depressió de Móra) obtinguda amb difracció làser. La classe modal és llim gros (cortesia G. Varga)

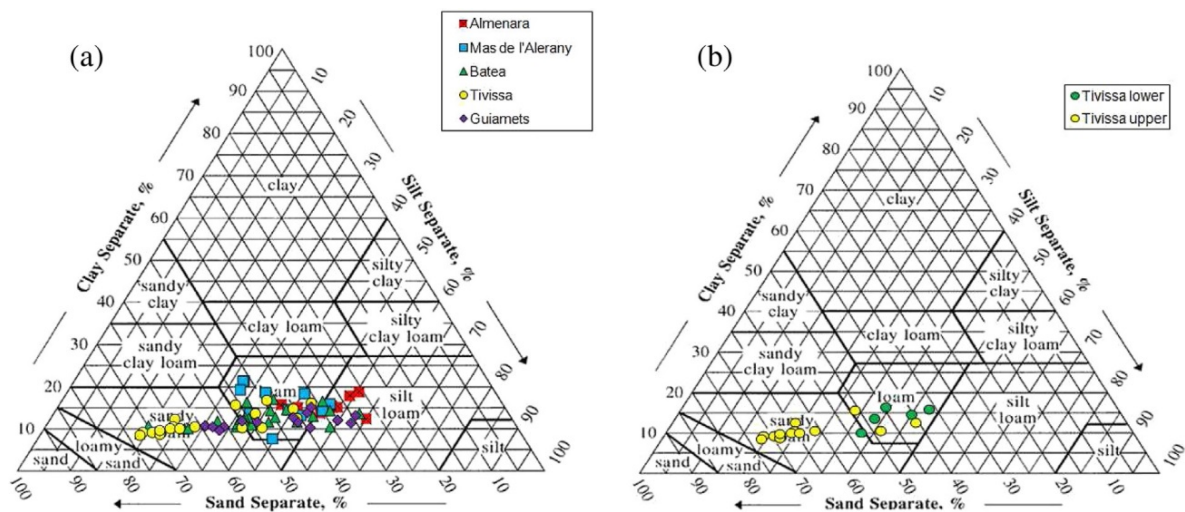


Figura 6. Triangle de textures que mostra la distribució granulomètrica dels loess primaris d'afloraments seleccionats (Boixadera et al., 2015).

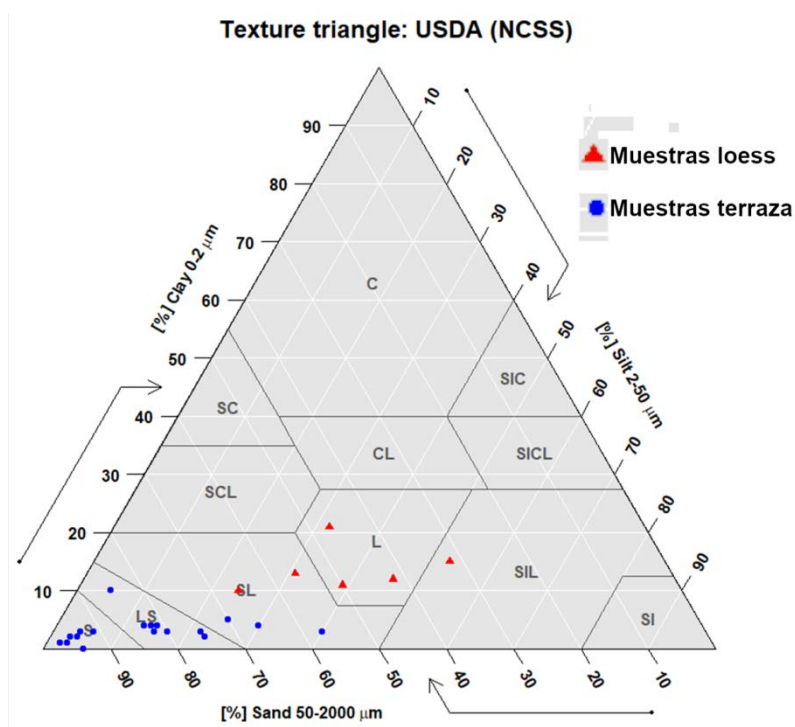


Figura 7. Triangle de textures que mostra la distribució granulomètrica de les sorres corresponents a les terrassa II del riu Ebre i dels loess primaris d'afloraments seleccionats (Plata et al., 2019).

Els resultats de les anàlisis químiques del sòl estudiats es resumeixen a la Taula 3. La reacció de les mostres de sòl mitjançant el pH (1:2,5) presenta valors bàsics a causa de la presència elevada de carbonat càlcic. En un 12% de les mostres es donen valors alcalins superiors a 9,0. Els horitzons amb guix secundari presenten valors lleugerament més baixos, entre 8,0 i 8,5. La conductivitat elèctrica (1:5) en absència de guix dona valors inferiors a  $0,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . En canvi, en presència de guix els valors assoleixen entre 2,0 i  $2,6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , però sense presentar en cap cas problemes de salinitat. Els valors mitjans se situen en  $0,61 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  amb una elevada dispersió. El carbonat càlcic equivalent arriba al 40,5 %, amb un interval modal entre 33,5 i 47,5%. Aquests sòls amb proporcions elevades de carbonats poden presentar problemes en la disponibilitat de fòsfor i micronutrients. Els nivells mitjans de guix són del 3,1%. La matèria orgànica en els horitzons superficials pot assolir entre 1,0 i 1,8%, mentre que en els horitzons subsuperficials és molt baixa, entre 0,1 i 0,5%.

Taula 3. Resultats analítics dels sòls estudiats (n=61) en el sector occidental (Depressió de l'Ebre)

	pH (1:2,5)	CE (1/5) dS/m a $25^{\circ}\text{C}$	$\text{CaCO}_3$ (g/100g)	Carboni oxidable(%)	Matèria orgànica(%)	Guix (%)
Mitjana	8,5	0,61	40,5	0,21	0,36	3,1
Desviació	0,3	0,69	7	0,2	0,34	4,9
Màxim	9,1	2,26	62,2	0,9	1,55	19,2
Mínim	8	0,11	29,1	0,06	0,1	0

L'observació amb microscopi òptic de les làmines primes elaborades amb loess mostra una gran uniformitat en moltes característiques descriptives. La massa basal dels materials consisteix principalment de sorra molt fina amb proporcions dominants i similars de quarsos subangulars i grans de calcita més arrodonits. En una proporció molt menor apareixen feldspats, miques i minerals opacs. La porositat és principalment per pors d'empaquetament altament connectats, amb valors totals que van del 20 al 40%. La ratio c/f (gros/fi) és d'aproximadament 3/1, i la fàbrica de birefringència de la micromassa és cristal·lina. Les distribucions relacionades de la c/f són enaúlica i porfírica tancada.

Els processos de formació dels sòls són molt reduïts i consisteixen en una redistribució dels carbonats, principalment en forma de nòduls òrtics o disòrtics amb impregnació de micrita entre 500 i  $1500 \mu\text{m}$  de diàmetre. Alguns cops s'observen reblerts de cristalls esparítics i pseudomorfs d'arrels. Són freqüents les observacions en molts perfils de cristalls de guix secundari lenticulars en canals, així com revestiments de cristalls xenotòpics. En el perfils de Faió i Ascó s'han identificat acumulacions molt

elevades i complexes de guix, en part com pseudomorfs d'arrels, en part com zones xenotòpiques, i material orgànic intercalat.

Els dipòsits presenten en general, una distribució en posicions a sotavent dels vents predominants que tenen direcció WNW-ESE. Entre les zones que poden haver constituït les àrees font principals del material loèssic destaquen per la proximitat, per la disponibilitat de partícules fines i per la facilitat per lliurar-les, les planes al·luvials del riu Ebre, ara convertides en terrasses fluvials, especialment amb el segon nivell. Aquests sediments fluvials fins eren renovats de forma continuada per la dinàmica glacial en les capçaleres al llarg dels períodes freds i transportats fins el curs mitjà i inferior de l'Ebre on eren represos pel vent i transportats en forma de tempestes de pols sobre les àrees on ara els trobem escampats. Una segona font d'aquests materials serien els sediments terciaris de la depressió de l'Ebre on s'observa un gran nombre de depressions en el sector Chiprana-Caspe-Alcañiz (fins a més de 300), que corresponen a cubetes de deflació eòlica on també s'hi ha acumulat loess un cop excavades (Chiprana) (Figura 4).

L'edat absoluta dels dipòsits de loess primaris estudiats ha estat estimada amb tècniques de luminiscència (OSL) en cinc mostres. La major part dels dipòsits es varen formar entre 17 i 34 ka, els quals correspondrien a les fases fredes Heinrich 1, 2 i 3 (H1, H2, H3) del Darrer Màxim Glacial (Last Glacial Maximum, LGM). Els seus sòls mostren una evolució molt incipient si els comparem amb els sòls de les àrees veïnes també formats en temps molt recents. En alguns casos excepcionals s'han conservat romanents de loess més antics, als que s'ha atribuït una edat superior als 115 ka, que es caracteritzen per un desenvolupament edàfic més destacat amb un increment de la fracció argila, una coloració molt més vermella i rizocrecions de carbonat. Aquests materials s'haurien dipositat en relació a la penúltima glaciació (Riss) i els sòls sobre ells s'haurien format durant un període més càlid i humit interglacial (anomenat Eemià).

## 4. PARADES TÈCNiques I DIVULGATIVES

### Descripció del recorregut

Lloc de trobada i concentració: Móra d'Ebre

PARADA 1. Introducció a la Jornada i perfil edàfic de Vilalba dels Arcs (Terra Alta)

X: 281.700                      Y: 4.556.016                      Z: 432 m                      (UTM 31N/ ETRS89)

PARADA 2. Tall de loess de Batea i perfil edàfic (Terra Alta)

X: 275.113                      Y: 4.551.767                      Z: 357 m

PARADA 3. Mirador de paisatge de Coll del Moro (Terra Alta)

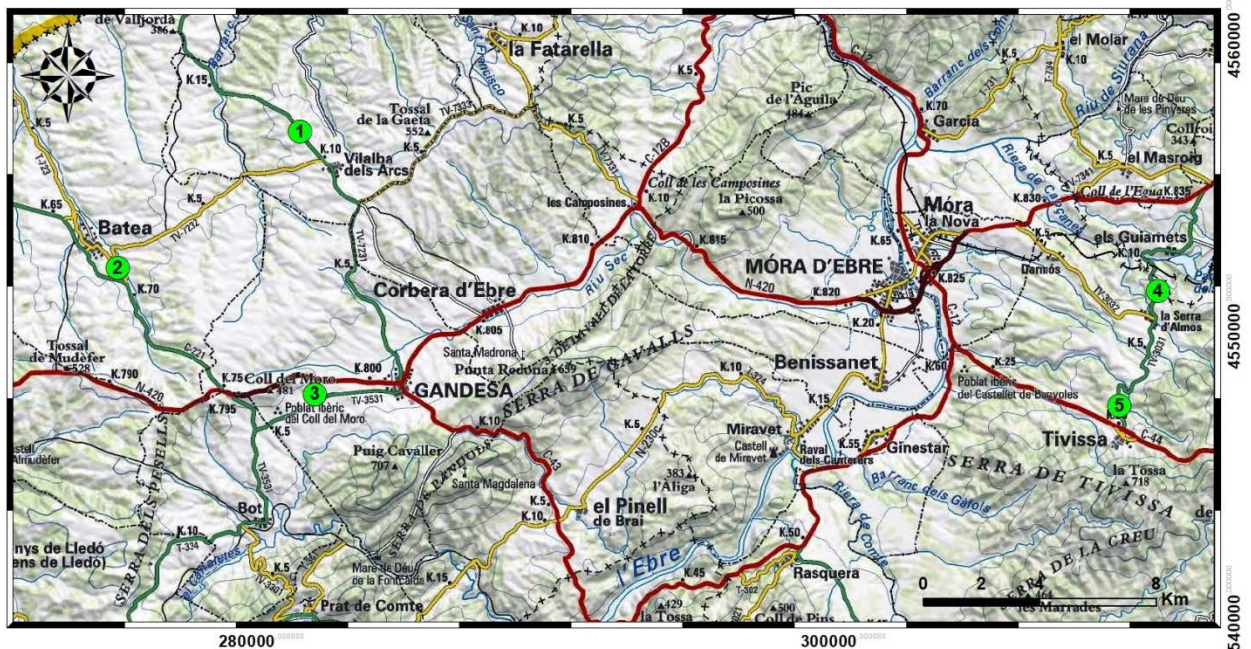
X: 280.314                      Y: 4.547.392                      Z: 483 m

PARADA 4. Seqüències de loess i sòls de Mas de l'Alerany (Ribera d'Ebre)

X: 310.665                      Y: 4.549.396                      Z: 250 m

PARADA 5. Seqüències de loess i sòls de Tivissa (Ribera d'Ebre)

X: 309.483                      Y: 4.547.118                      Z: 278 m



PARADES= 1: VILALBA DELS ARCS, 2: BATEA, 3: COLL DEL MORO, 4: MAS DE L'ALERANY, 5: TIVISSA

Figura 8. Mapa de les comarques de la Terra Alta i la Ribera d'Ebre per on discorre la Transcatalònia 2019 amb els principals relleus i accidents geogràfics de la zona, situació les parades previstes i principals vies de comunicació

## PUNT 1. VILALBA DELS ARCS

### Situació del perfil i context geomorfològic

El perfil anomenat Vilalba del Arcs (VIL1) es troba situat a la vora de la carretera TV-7231 de Vilalba a Pobla de Massaluca, en el km 10,7. Correspon a un talús d'uns 3 m d'alçada orientat a l'est amb un tall net dels dipòsits de loess situats en aquesta posició elevada dels relleus (Figura 9). De fet, el punt correspon a una gran zona de plataforma enlairada sobre el riu Ebre que recull alguns afluents tributaris de capçalera dirigits cap al nord que drenen aquesta superfície divisòria entre l'Ebre, al nord i la vall del riu Sec al sud. Aquesta extensa superfície està constituïda per materials terciaris oligocens que estan coronats per un potent horitzó petrocàlcic, del qual en veiem abundosos fragments relictos, com els que apareixen molt prop de Vilalba dels Arcs a la cruïlla de Quatre Camins (Punta Tàrrega, 481 m)

Els loess de Vilalba del Arcs pertanyen al conjunt deposicional occidental de la Vall de l'Ebre amb una classe modal de sorra molt fina i tenen un contingut relativament baix de guix (< 3%).



Figura 9. Fotografia de l'aflorament de Vilalba dels Arcs. A l'esquerra, aspecte general del tall, i a la dreta detall del talús de llims d'uns 3 m d'altura on es va descriure el perfil

## Context de situació del perfil

Pèdon: VIL1

Emplaçament: Carretera TV7231 de Vilalba a Pobla de Massaluca, km 10,7

Data descripció: 23-2-2019 Terme municipal: Vilalba dels Arcs

Descrit per: J. Boixadera, R.M. Poch, J.C. Balasch

### Cartografia

Editor : ICC  
Escala : 1:50.000  
Full núm. : Terra Alta  
Zona :  
100 Km :  
Coordenades : x 281700,  
: y 4556016  
Altitud : 432 m

Pedregositat superficial: no pedregós

Afloraments rocosos: inexistents

Material originari: loess calcari

Vegetació: (natural) timoneda

Tecnologia: abancalaments

### Temperatura i aigua del sòl

Règim de temperatura del sòl: Mèsic  
Règim d'humitat del sòl : Xèric  
Nivell freàtic : inaccessible  
Drenatge : ben drenat

### Geomorfologia

Escala d'observació : varis hectòmetres  
Tipus de superfície : plataforma  
estructural  
Modificacions de la forma: abancament  
Dinàmica de la forma : estable  
Intensitat dels processos: -  
Tipus de pendent : simple  
Longitud del pendent :  
Morfologia local : rectilínia  
Situació en la forma : -  
Pendent general : 2 %  
Orientació : NE

Utilització: Ametllers.

### Classificació:

SSS 2014 Calcixerept típic  
WRB 2014 Cambic Calcisol (Aric, Loamic,  
Ochric)

## **Descripció (Nomenclatura SINEDARES):**

### **0-20 cm : Ap1**

EST. HUMITAT: Lleugerament humit. COLOR: De la matriu: 10YR 4/6 (humit); TAQUES: No n'hi ha. EST. D'OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Francoarenosa molt fina. ESTRUCTURA: Moderada, grumollosa fina. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, molt friable. MATÈRIA ORGÀNICA: Molt poca. ARRELS: Aspecte global: normal. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl (11 %), molt alta. ACUMULACIONS: inexistents. LÍMIT INFERIOR: Net, pla. EPIPÈDON ÒCRIC.

### **20-35 cm : Ap2**

EST. HUMITAT: Lleugerament humit. COLOR: De la matriu: 10YR 4/6 (humit); TAQUES: No n'hi ha. EST. D'OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Forta, blocs subangulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, molt friable. MATÈRIA ORGÀNICA: Molt poca. ARRELS: Aspecte global: normal. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl (11 %), molt alta. ACUMULACIONS: inexistents. LÍMIT INFERIOR: Net, pla. EPIPÈDON ÒCRIC.

### **35-70 cm : Bw1**

EST. HUMITAT: Lleugerament humit. COLOR: De la matriu: 10YR 7/6 (humit); TAQUES: No n'hi ha. EST. D'OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Francollimosa. ESTRUCTURA: Moderada, blocs subangulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: compacte, friable. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl (11 %), molt alta. ACUMULACIONS: poques (2% volum) queres, envoltades per zones descarbonatades mil·limètriques amb matís 7,5YR; LÍMIT INFERIOR: Net, pla. ENDOPÈDON CÀMBIC

### **70-135 cm : Bwkc2**

EST. HUMITAT: Sec. COLOR: De la matriu: 10YR 8/4 (humit); TAQUES: No n'hi ha. EST. D'OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Francoarenosa fina. ESTRUCTURA: Moderada, blocs subangulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: compacte, friable. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl (11 %), molt alta. ACTIVITAT DE LA FAUNA: galeries farcides, centimètriques, freqüents. ACUMULACIONS: poques (2% volum) queres, envoltades per zones descarbonatades mil·limètriques amb matís 7,5YR; nòduls (rizocrecions) calcaris freqüents (2-20% volum), tous; LÍMIT INFERIOR: Net, pla. ENDOPÈDON CÀLCIC.

### **135-190 cm : Bwkc3**

EST. HUMITAT: Lleugerament humit. COLOR: De la matriu: 7,5YR 5/5 (humit); TAQUES: No n'hi ha. EST. D'OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Francoarenosa fina. ESTRUCTURA: Moderada, blocs subangulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: molt compacte, friable. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl (11 %), molt alta. ACTIVITAT DE LA FAUNA: galeries farcides, centimètriques, freqüents. ACUMULACIONS: poques (2% volum) queres, envoltades per zones descarbonatades mil·limètriques amb matís més rogenc que la matriu; nòduls (rizocrecions) calcaris freqüents (2-20% volum), lleugerament durs; LÍMIT INFERIOR: Net, pla. ENDOPÈDON CÀLCIC.



**PERFIL núm.: VIL1**

Referència	Horitzó genètic	Profund. (cm)	E.G. > 2 mm (%)	pH	CE 1:5 (dS/m a 25°C)	Matèria orgànica (%)	C org. (%)	Carbonat càlcic eq. (%)	Nitrogen (Kjeldahl) (%)	C/N	Guix (%)
				H <sub>2</sub> O 1:2,5							
VIL-1/1	Ap1	0-20	0,8	8,5	0,18	2,56		37			3,0
VIL-1/2	Ap2	20-35	1,1	8,5	0,18	0,87		37			2,0
VIL-1/3	Bw1	35-70	0,0	8,5	0,15	0,37		43			<1
VIL-1/4	Bwkc2	70-135	0,4	8,5	0,19	<0,14		44			2
VIL-1/5	Bwkc3	135-190	0,3	8,0	-	<0,14		41			2

FERTILITAT		GRANULOMETRIA (%)							Classe textural
P Olsen (mg/kg)	K AcONH <sub>4</sub> (mg/kg)	Arena (φ en mm)			Llim (φ en mm)			Argila <0,002 mm	
		2,00	0,20	Total 2,00	0,05	0,020	Total		
		0,20	0,05	0,05	0,02	0,002	0,050		USDA
		4,5	47,7	52,2	23,3	9,0	32,3	15,5	FAren
		3,4	48,2	51,6	22,9	11,2	34,1	14,3	F
		5,7	47,7	53,4	24,1	9,8	33,9	12,7	FAren
		4,0	47,6	51,6	24,4	11,8	36,2	12,2	FAren
		3,5	49,4	52,9	22,6	11,6	34,2	12,9	FAren

COMPLEX DE CANVI					HUMITAT			Densitat aparent (kg/m <sup>3</sup> )
CIC cmol+/kg	Cations de canvi (cmol+/kg)				V (%)	Humitat gravimètrica (%) a		
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		-33 KPa (CC)	-1.500 KPa (PMP)	
8,3					100%	17	8	
6,3					100%	16	7	
5,1					100%	15	6	
4,5					100%	14	5	
4,9					100%	15	5	

## PUNT 2. BATEA

### Situació del perfil i context geomorfològic

El perfil estudiat es localitza just a la vora del punt km 69 de l'antiga carretera C-221-Z, entre la localitat de Batea i la cruïlla de connexió a l'actual C-221. Es tracta del vessant oest d'una àmplia vall de fons pla anomenada Vall Major que està orientada cap al nord i és tributària del riu Algars. El perfil està en un tall d'uns 7 m d'alçada a l'inici del camí del barranc de les Serres (Figures 10 i 11). En els vessants occidentals de la Vall Major que estan a sotavent de la direcció del vent dominant trobem extensos dipòsits de materials loèssics, que són gairebé sempre absents o de molt poca entitat en l'altre vessant.

Els loess de Batea pertanyen al conjunt deposicional occidental de la Vall de l'Ebre amb una classe modal de sorra molt fina (Figura 12) i tenen continguts de guix acumulat en alguns nivells relativament importants (entorn del 12 %)(Figura 13). El substrat geològic de la zona correspon als gresos i lutites de l'Oligocè.



Figura 10. A l'esquerra, fotografia del perfil de Batea amb el talús d'uns 7-8 m d'alçada situat en la part inferior del vessant i a la vora d'un camí d'accés a finques del barranc de les Serres. A la dreta, imatge dels camps de vinya conreats sobre aquests mateixos materials.

## BATEA –Barranc de les Serres

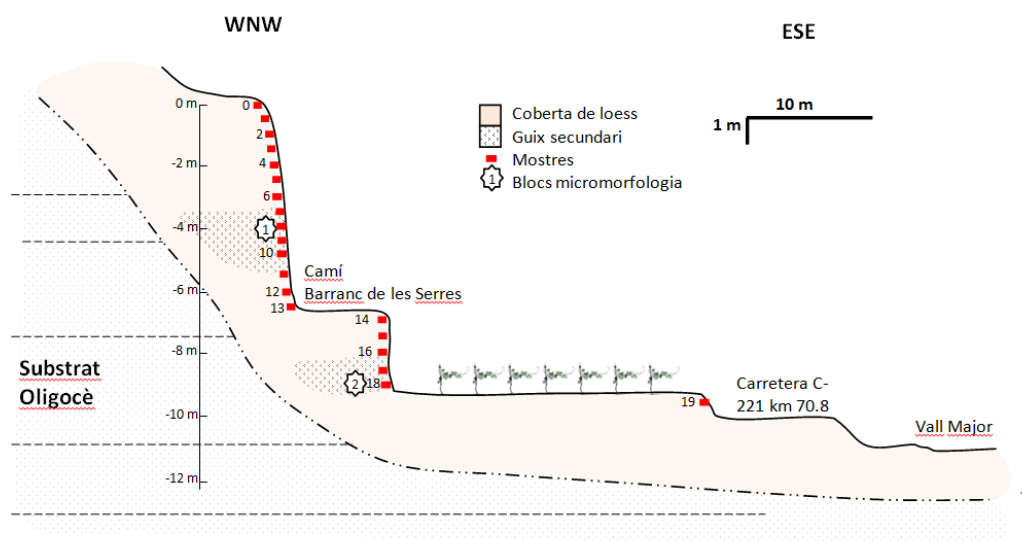


Figura 11. Tall esquemàtic del perfil de Batea en el barranc de les Serres on s'observen diversos esgraons en la part inferior del vessant, just per sobre de la C-221 (Boixadera et al., 2015). La part alta del tall està il·lustrada a la fotografia de la figura anterior.

### Descripció del perfil

Perfil	Horitzó	Fondària (cm)	Color (humit)	Estructura	Acumulacions
Batea Ap		0 - 40	10 YR 5/4	Blocs subangulars, fina	Cap
	Bw	40 - 240	10 YR 5/4	Blocs subangulars, fina	Cap
	Bw	240 - 350	10 YR 4/4	Blocs subangulars, fina	Cap
	Bwy	350 - 400	10 YR 6/5	Blocs subangulars, grossa	Guix vermiforme i roses del desert, >20% (vol.)
	Bwy	400 - 450	10 YR 6/5	Blocs subangulars, grossa	Guix vermiforme i roses del desert, 2 - 20% (vol.)
	Bw	450 - 500	10 YR 5/4	Blocs subangulars, grossa	Cap
	Bwy	500 - 550	10 YR 6/4	Blocs subangulars, fina	Guix vermiforme < 2% (vol.)
	Bw	550 - 650	10 YR 5/4	Blocs subangulars, fina	Cap
	Bw	650 - 750	10 YR 5/4	Blocs subangulars, grossa	Cap
	Bwy	750 - 850	10 YR 6/4	Blocs subangulars, grossa	Guix vermiforme, 2 - 20% (vol.)
	Bwy	850 - 900	10 YR 4/4	Blocs subangulars, fina	Guix vermiforme, <2% (vol.)

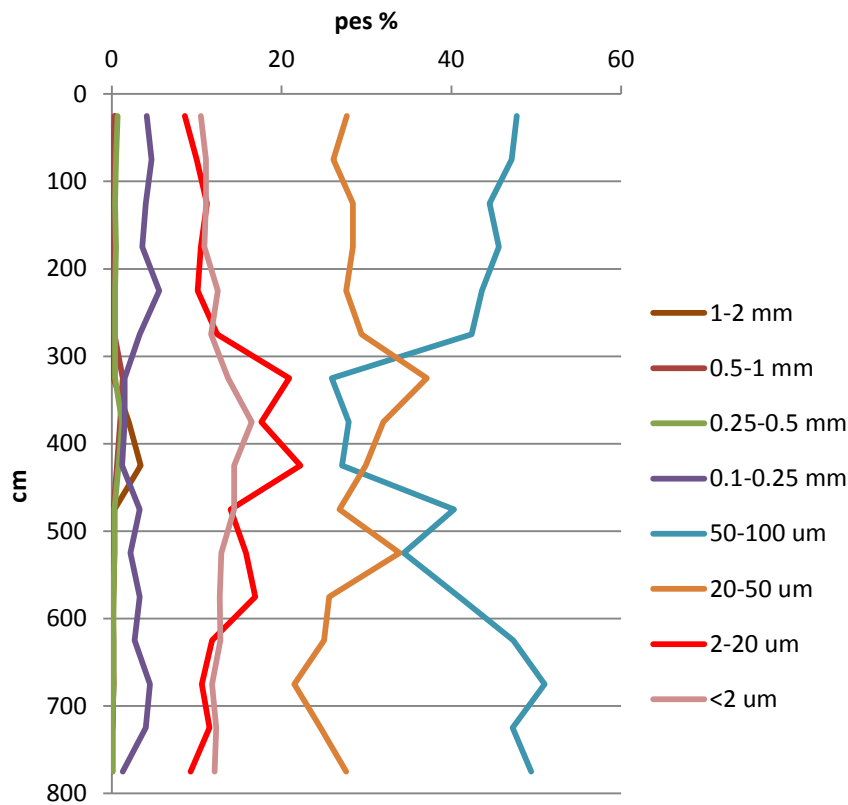


Figura 12. Distribució en vertical de les granulometries (% pes) del perfil de Batea

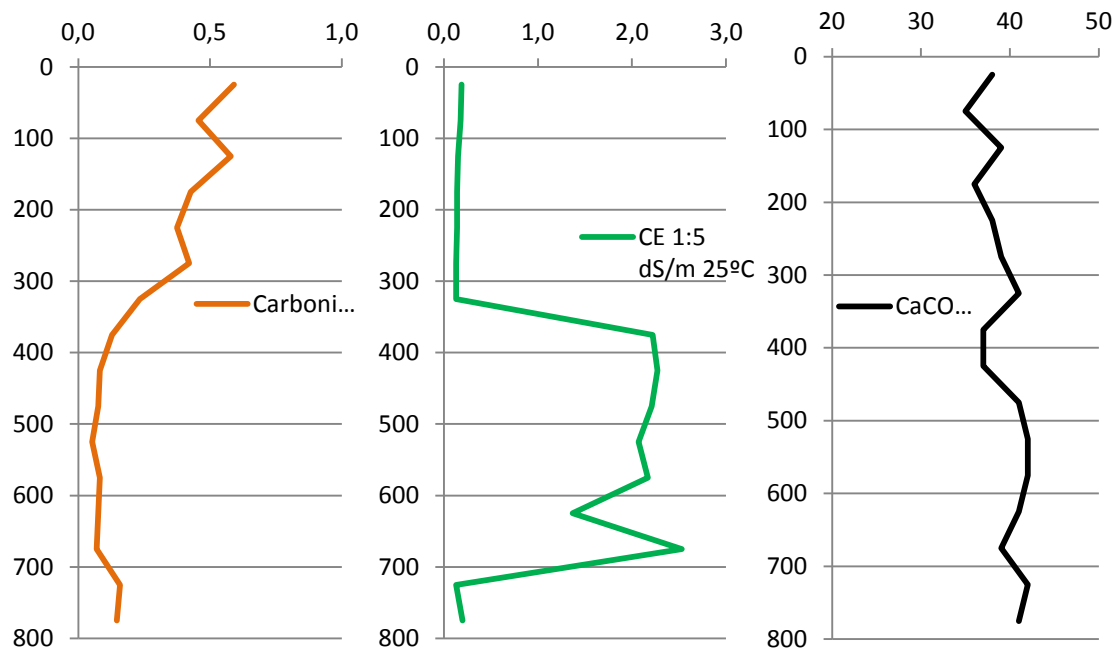


Figura 13. Distribució en vertical del contingut de matèria orgànica (%), conductivitat elèctrica 1:5 ( $\text{dS/m}$   $25^\circ\text{C}$ ) que reflecteix la presència de guix i carbonat càlcic equivalent (%) al perfil de Batea

### **Datacions dels materials**

La datació per tècniques de luminiscència estimulada òpticament (OSL) (Boixadera et al. 2015) de la mostra BAT1, extreta en la part elevada del vessant ha donat una edat de  $35,7 \pm 0,9$  ka. Per tant, aquests materials estarien relacionats amb el Darrer Màxim Glacial (LGM).



## PUNT 4. MAS DE L'ALERANY

### Situació del perfil i context geomorfològic

Els perfils denominats Mas de l'Alerany es troben localitzats a la vora de la carretera veïnal TV-3034, en el punt km 5,5, aproximadament a uns 500 m al sud de la població de la Serra d'Almos, i molt propers a la gran masia pairal de la mateixa denominació (Figura 15). Es tracta d'una gran plataforma situada a uns 250 m d'altitud que es troba al peu de relleus de major envergadura que actuarien de barrera orogràfica (serres de Tivissa i Llaberia), creant la deposició a la base de l'estructura (barlovent). La plataforma de l'Alerany està recoberta de dues seqüències de loess, de manera que els loess més antics i gruixuts afloren en l'escarpament i la vora nord de la plataforma i els materials recents els recobreixen amb uns 3-4 m de potència en bona part de la plataforma (Figura 15). Aquests materials han estat ocupats per conreus de vinya de manera tradicional, encara que darrerament s'hi ha introduït arbres fruiters (cirerers). Els loess de Mas de l'Alerany pertanyen al conjunt deposicional oriental de la Cubeta de Móra d'Ebre amb una classe modal de llim gros per al dipòsit inferior (Figura 16), i de sorra molt fina per al nivell superior (Figura 17). Continguts de guix molt reduïts.

### Esquemes i talls

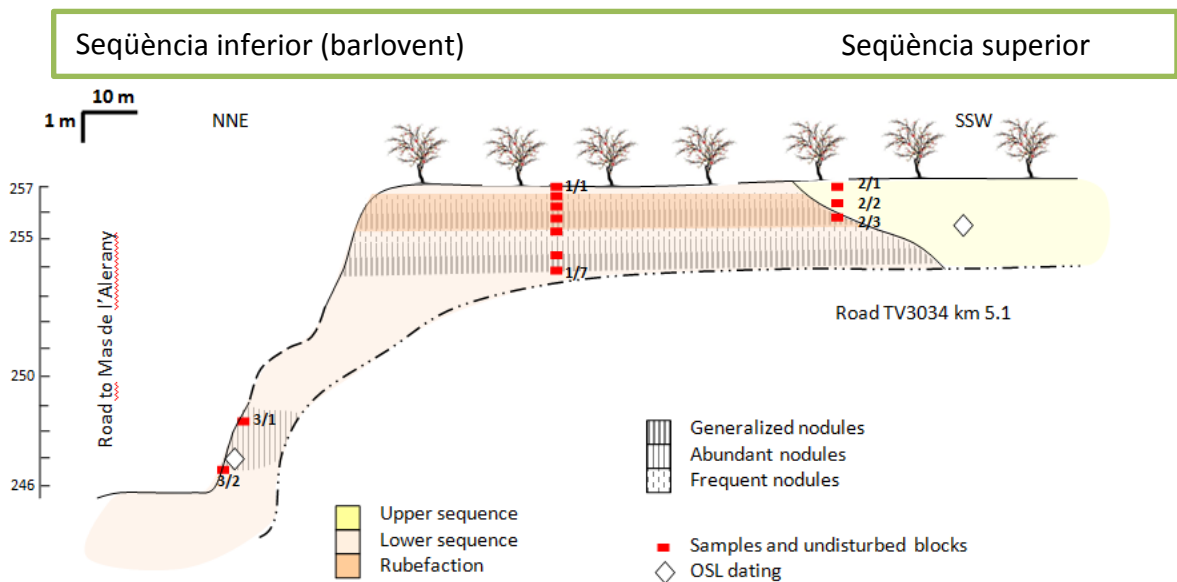


Figura 15. Tall esquemàtic dels loess del Mas de l'Alerany (la Serra d'Almos). S'observen perfectament les dues seqüències. En colors salmó i marronencs, seqüència inferior; en groc, seqüència superior més moderna. Un contacte discordant marca el canvi net de color entre els materials. En vermell s'indica la posició de les mostres per anàlisi granulomètrica i físico-química. Els rombes indiquen les mostres amb datació absoluta per luminiscència òptica (OSL).

## Descripció del perfil

Perfil	Horitzó	Fondària (cm)	Color (humit)	Estructura	Acumulacions
Mas de l'Alerany MAB1	Ap	0-28	5YR 5/6	Blocs subangulars forta	Cap
	2Btk1	28-54	2.5YR 4/4	Blocs subangulars forta	Frequents nòduls-rizocrecions- de carbonats, >2cm, verticals
	2Btk2	54-110	2.5YR 5/4	Blocs subangulars forta	Abundants nòduls-rizocrecions- de carbonats, >2cm, verticals
	2Btk3	110-164	2.5YR 5/4	Blocs subangulars forta	Nòduls-rizocrecions- de carbonats, >2cm, verticals, generalitzats
	3Bk4	164-222	10YR 7/4	Massiva	Freqüents nòduls-rizocrecions- de carbonats, >2cm, verticals
	4Bwk5	222-278	10YR 7/4	Moderada, deguda a activitat de fauna	Nòduls- rizocrecions - de carbonats, >5cm, verticals, molt abundants
	5Bwk6	278-315	10YR 7/4	Feble, granular, deguda a activitat de fauna	Nòduls- rizocrecions - de carbonats, >15cm, verticals, generalitzats
Mas de l'Alerany MAB2	Ap+Bw	0-140	10YR 4/4	Massiva	Pseudomicelis de carbonats
	Bw	140-212	10YR 7/6	Massiva	Pseudomicelis de carbonats, revestiments i nòduls (<1%)
	2Btk	212-242	2.5YR 6/4	Massiva	Nòduls de carbonats, 20-50%
Mas de l'Alerany MAB3	4Bwk5		10YR 7/4	Moderada, deguda a activitat de fauna	Nòduls-rizocrecions- de carbonats, >5cm, verticals, molt abundants
	6Bw			Massiva	Cap



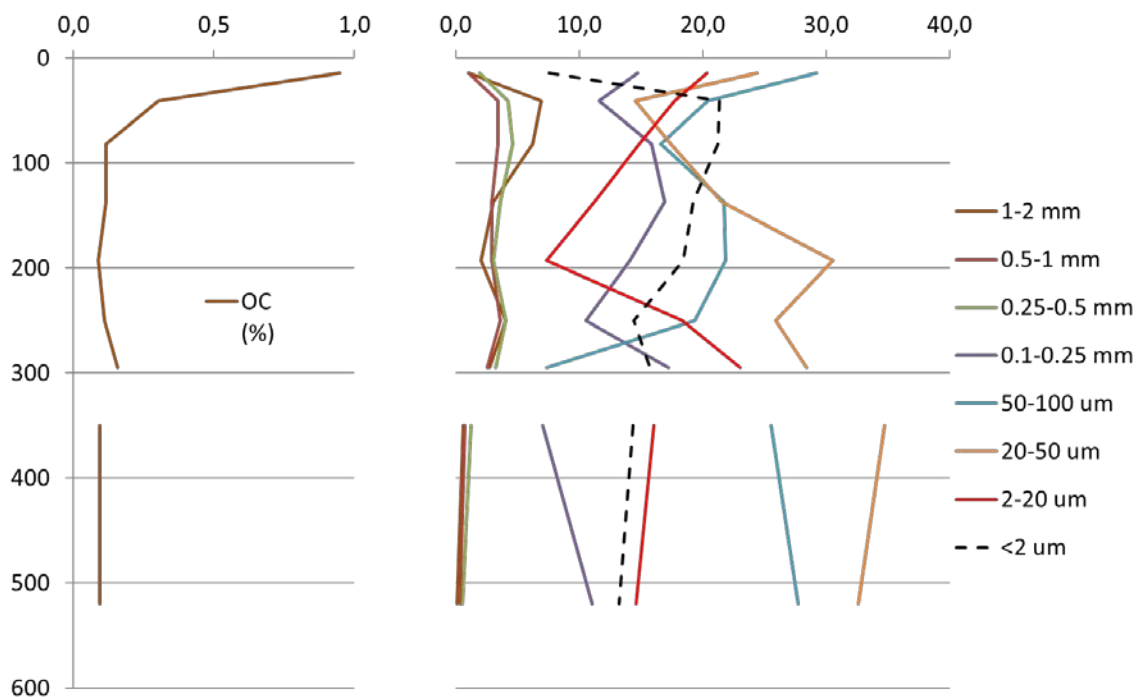


Figura 16. Perfil de Mas l'Alerany - Seqüència inferior

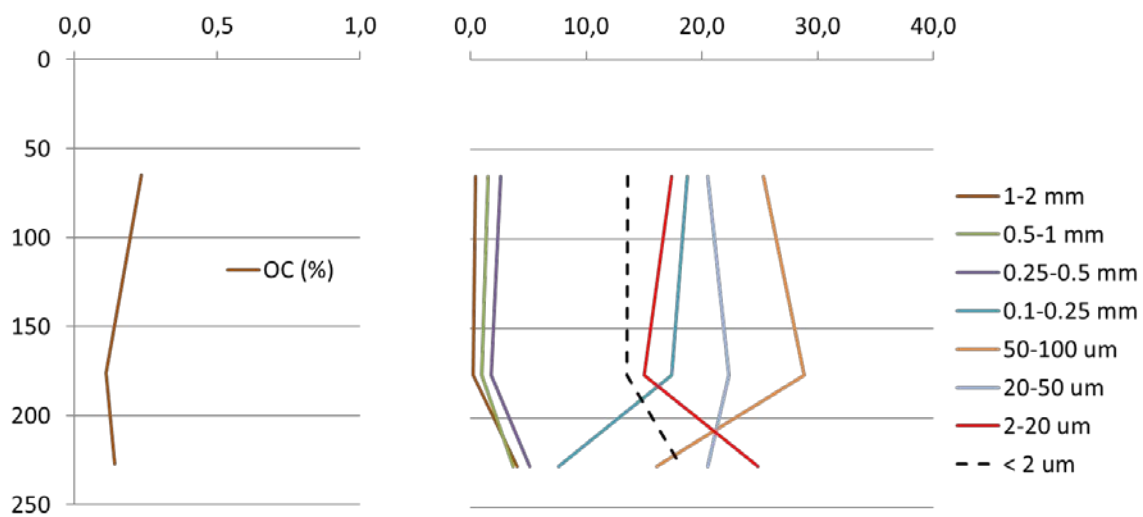


Figura 17. Perfil de Mas l'Alerany - Seqüència superior

## Micromorfologia

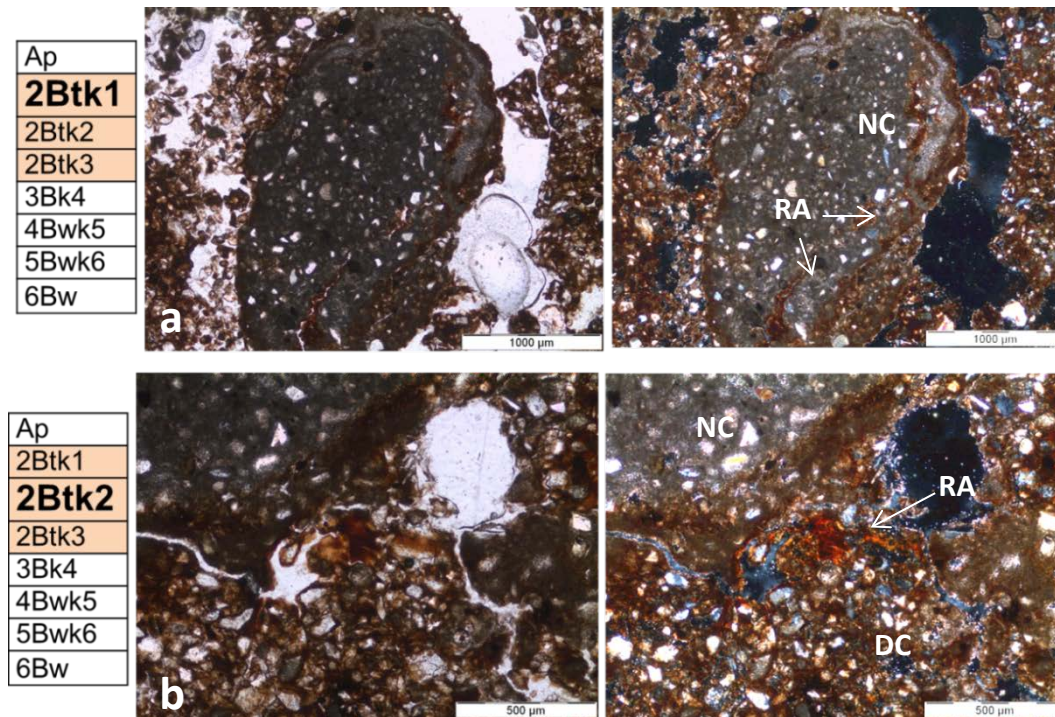


Figura 18. Perfil Mas de l'Alerany inferior. (a) Nòdul de carbonat (NC) amb revestiments d'argila dins d'esquerdes (RA); (b) Revestiment d'argila microlaminada (RA) en una zona descarbonatada (DC). Esquerra: imatges amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatges amb polaritzadors encreuats.

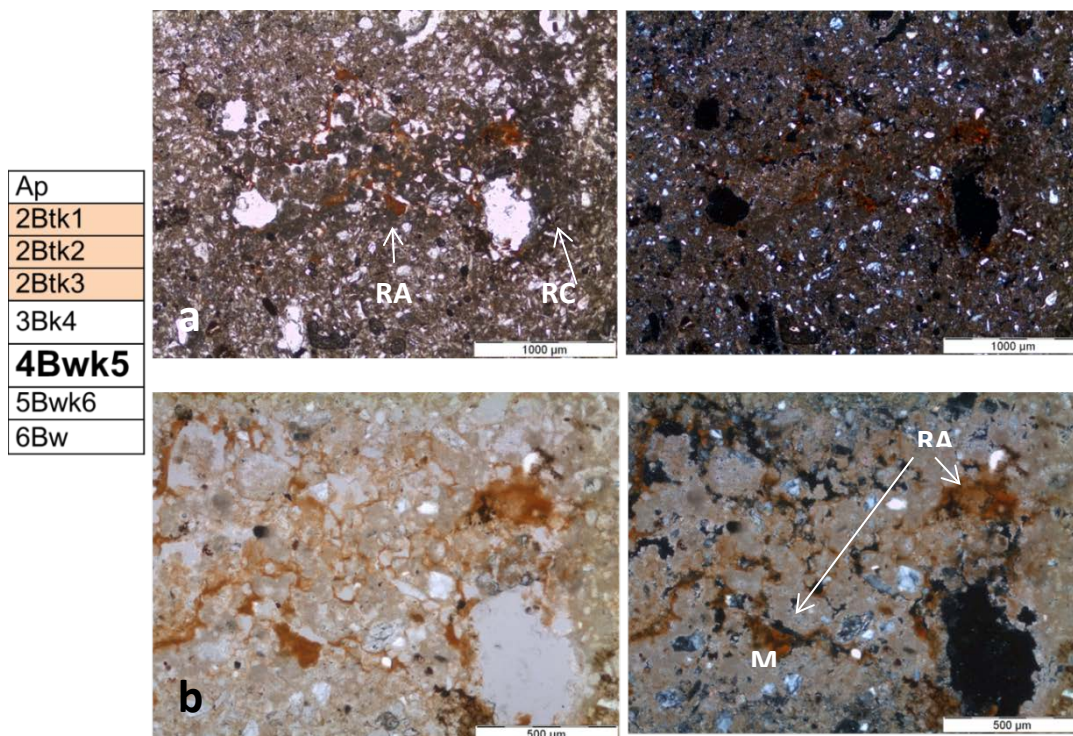


Figura 19. Perfil Mas de l'Alerany inferior. (a) Hiporrevestiment de carbonat (RC) amb fragments de revestiments d'argila (RA); (b) Farcits i revestiments d'argila microlaminada (RA) dins d'un nòdul impregnatiu de micrita (M). Esquerra: imatges amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatges amb polaritzadors encreuats.

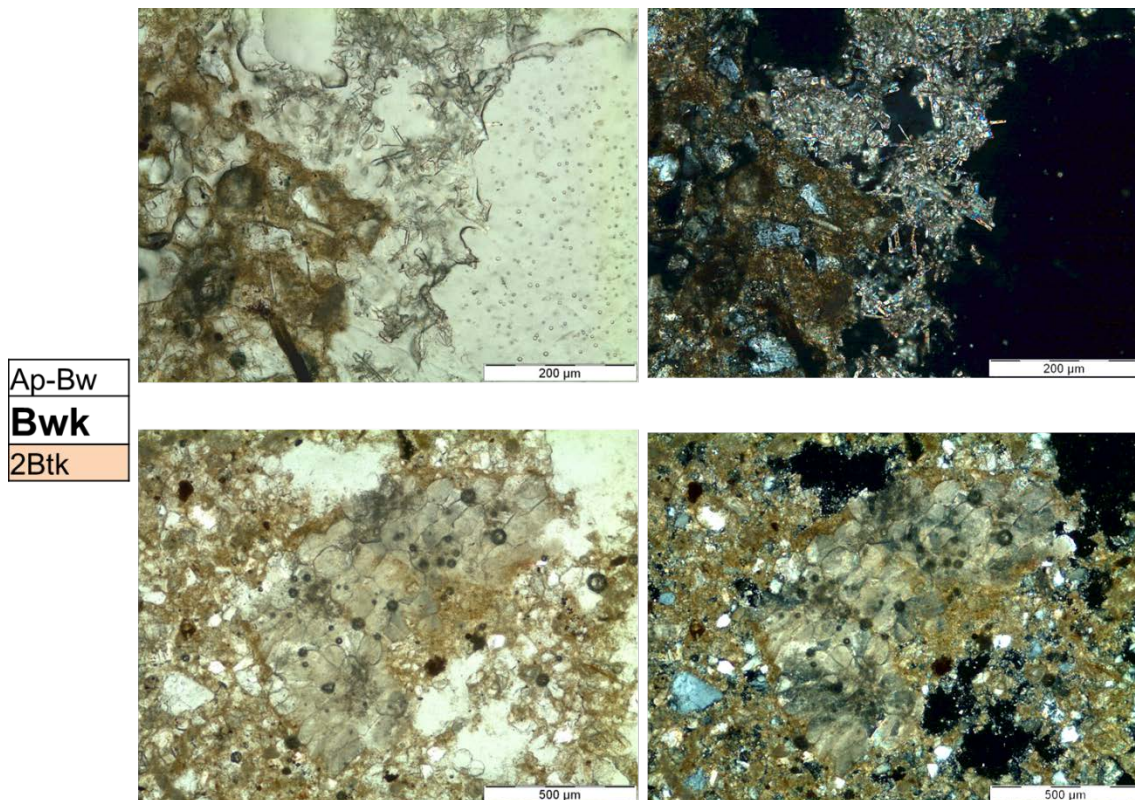


Figura 20. Perfil Mas de l'Alerany superior. (a) Farcit solt de calcita acicular i micrita; (b) Nòdul de calcita bioesparítica (fragment de quera). Esquerra: imatges amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatges amb polaritzadors encreuats.

### **Datacions dels materials**

La datació per tècniques de luminiscència estimulada òpticament (OSL) (Boixadera et al. 2015) ha donat una edat de  $23,6 \pm 1,6$  ka per als materials de la part intermèdia de la seqüència superior més moderna (mostra MAS2) i, per tant, es situarien en el Darrer Màxim Glacial (LGM). Els materials de la base de la seqüència inferior (mostra MAS1) presenten una edat superior a  $115,6 \pm 6,2$  ka que els suposaria relacionats amb la penúltima fase freda glacial (Riss). El sòl vermell que tenen a sobre s'hauria desenvolupat probablement en el darrer interglacial (Eemià).

## PUNT 5. TIVISSA

### Situació del perfil i context geomorfològic

El perfils descrits en les proximitats de la localitat de Tivissa es troben situats en el punt km 1 de la carretera veïnal TV-3031 (Figura 21). Correspon a la part alta d'un vessant sobre el barranc de les Moles, que acaba formant una plataforma al peu de la imponent serra de Tivissa, la qual forma una barrera orogràfica de primera categoria al pas dels vents dominants. Per tant, la deposició dels loess es produeix en aquesta localitat sobre una exposició cara al vent, és a dir, de barlovent. Es tracta d'una seqüència de doble generació: els loess més antics, que tenen un gruix d'uns 3-4 m, es troben sobre la plataforma superior i tenen un desenvolupament molt intens de rizocrecions de carbonat càlcic en forma d'arrels. Aquest materials han estat erosionats parcialment en la part externa i recoberts per una segona generació de loess més moderns i de color més clar, que afloren al llarg de tot el vessant i coronen la part alta de l'escarpament amb una potència destacada que pot assolir els 10-12 m (Figura 22). Entre les dues seqüències es pot reconèixer una discontinuïtat, no massa evident, que en alguns llocs es veu assenyalada per una línia de graves (*stone line*). Els loess de Tivissa pertanyen al conjunt deposicional oriental de Móra d'Ebre. La granulometria dominant es la sorra molt fina (Figura 23). Els materials que formen el substrat són calcàries i dolomies del Juràssic.



Figura 21. Fotografia de la seqüència moderna (peu de talús) del perfil de Tivissa. A l'esquerra aspecte general de l'aflorament d'uns 10 m de gruix. A la dreta, aspecte de detall del talús i de la fracturació produïda per les arrels i agrupacions de forats dels insectes.

## Esquemes i talls

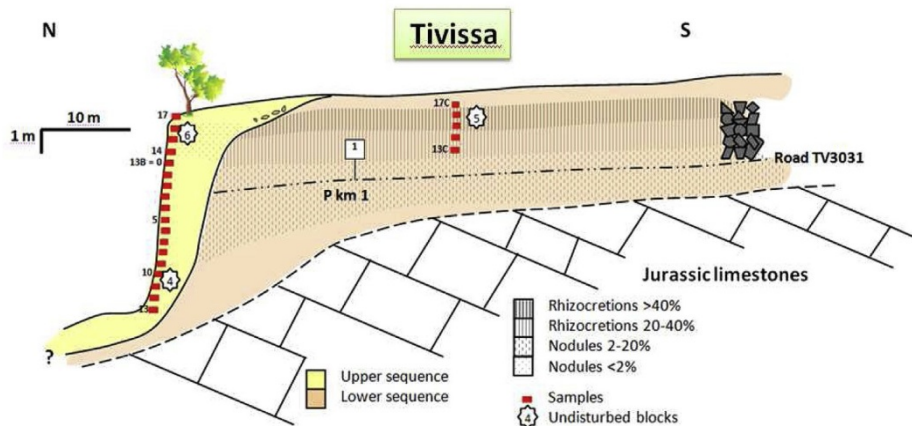
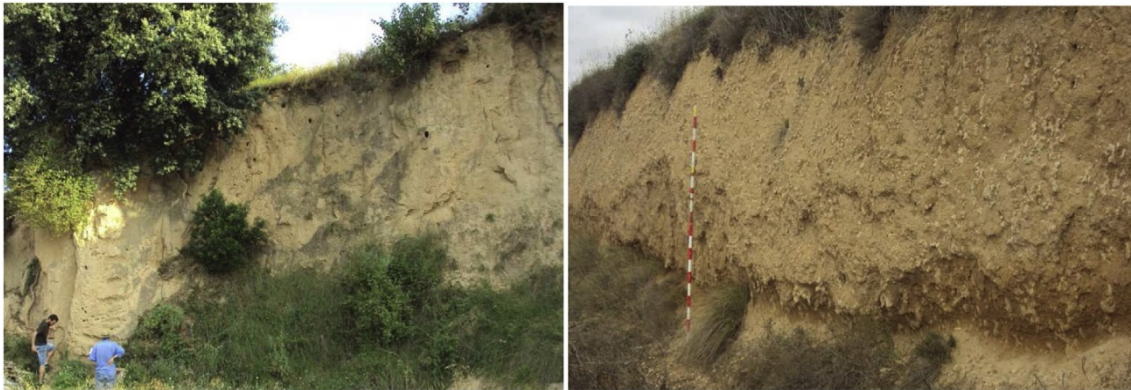


Figura 22. Fotografies i esquema del tall dels loess de Tivissa. A la part superior esquerra, seqüència superior; a la part superior dreta, nivell de rizocrecions molt denses de la seqüència inferior on s'aprecien les anomenades "nines del loess" (*loess dolls*). Sota, tall geomorfològic que mostra la disposició de les dues seqüències en l'aflorament. En color ocre, seqüència inferior antiga; en color groc, seqüència superior moderna. El contacte discordant entre les dues seqüències pot presentar un feble línia de pedres (*stone line*). Els punts 4, 5 i 6 indiquen la situació dels blocs inalterats extrets per a fer l'anàlisi micromorfològica. En vermell, situació de les mostres per a l'anàlisi granulomètric i químic (Boixadera et al., 2015)

## Descripció del perfil

Perfil	Horitzó	Fondària (cm)	Color (humit)	Estructura	Acumulacions
Tivissa	Ap	0 a 300	10 YR 4/4	Blocs subangulars	Queres, <2%
TIV-1	Bwkn	30 a 100	10 YR 6/5	Blocs subangulars	Grans rizocrecions (nòduls), queres, 20 a 40%
	Bwkn	100 a 200	10 YR 6/4	Blocs subangulars	Id. > 40%
Tivissa	Ap	0 a 30	10 YR 4/4	Blocs subangulars, mitjana	Nòduls de carbonats, queres <2%
	Bw	30 a 50	10 YR 6/4	Blocs subangulars, mitjana	Queres 2 a 20%
	Bwk	50 a 100	10 YR 5/4	Blocs subangulars, mitjana	Nòduls petits de carbonats i queres >20%
	Bwk	100 a 150	10 YR 6/4	Blocs subangulars, mitjana a grossa	Nòduls de carbonats i queres >20%
	Bw	150 a 200	10 YR 6/4	Blocs subangulars, mitjana a grossa	Queres, 0 a 20%
	Bw	200 a 250	10 YR 5/4	Blocs subangulars, mitjana	Cap
	Bw	250 a 400	10 YR 6/4	Blocs subangulars, mitjana a grossa	Queres, <2%
	Bw	400 a 500	10 YR 6/4	Blocs subangulars, grossa	Queres, 2 a 20%
	Bw	500 a 600	10 YR 6/4	Blocs subangulars, grossa	Cap
	Bw	600 a 800	10 YR 6/4	Massiva	Cap

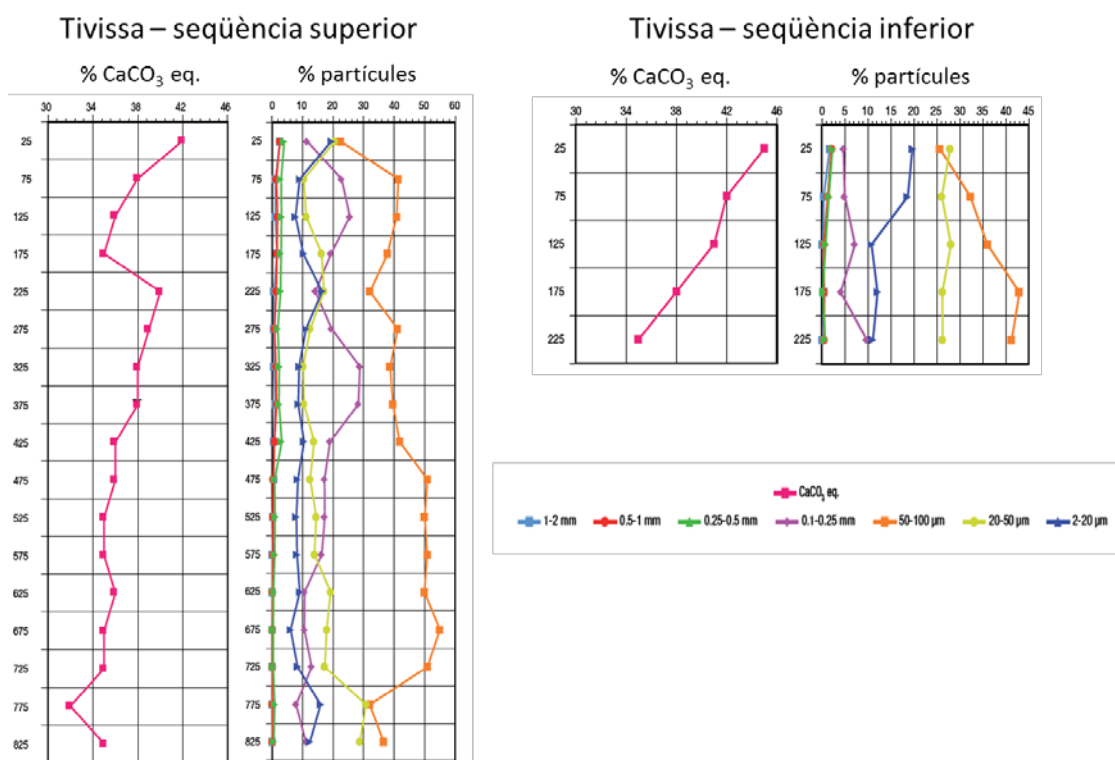


Figura 23. Granulometria i contingut en carbonats dels perfils de Tivissa (Balasch et al., 2012).

## Micromorfologia

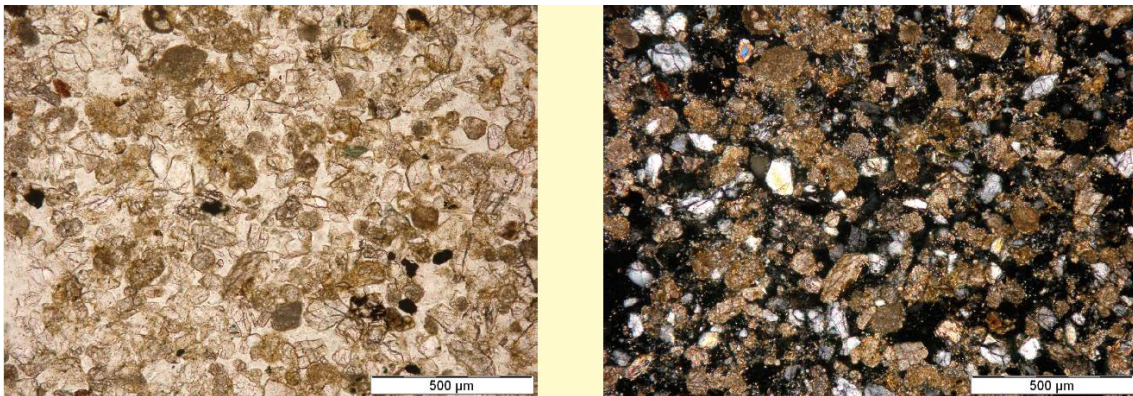


Figura 24. Estructura granular de la massa basal de la seqüència superior, Tivissa. Esquerra: imatge amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatge amb polaritzadors encreuats.

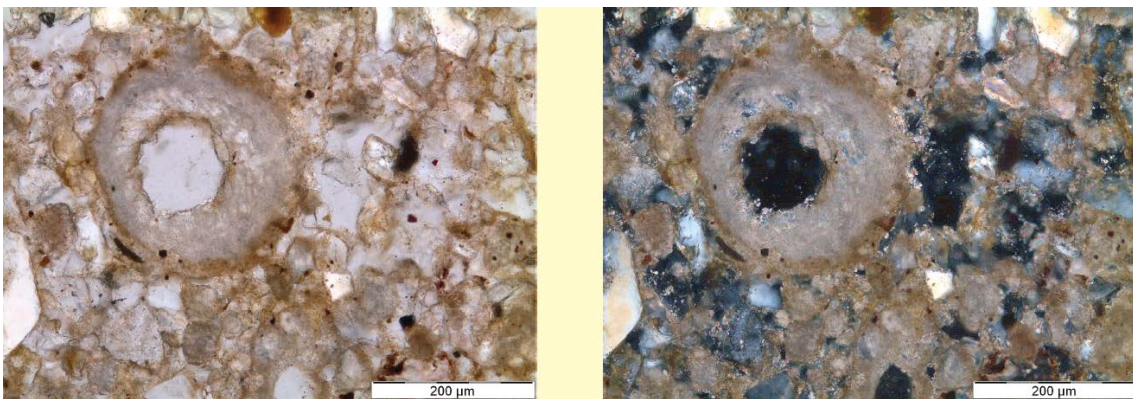


Figura 25. Revestiment de micrita en un porus, seqüència inferior, Tivissa. Esquerra: imatge amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatge amb polaritzadors encreuats.

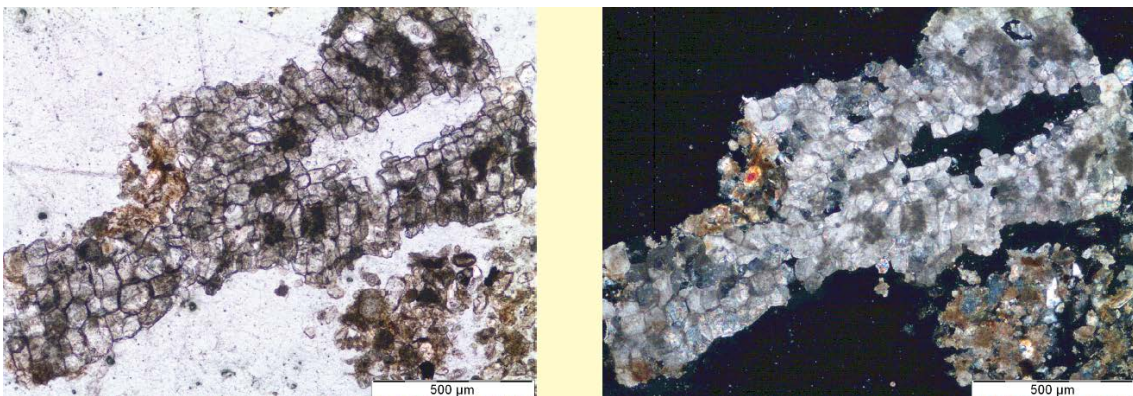


Figura 26. Quera (farcits densos incomplets de bioesparita en porus) en la seqüència inferior, Tivissa. Esquerra: imatge amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatge amb polaritzadors encreuats.

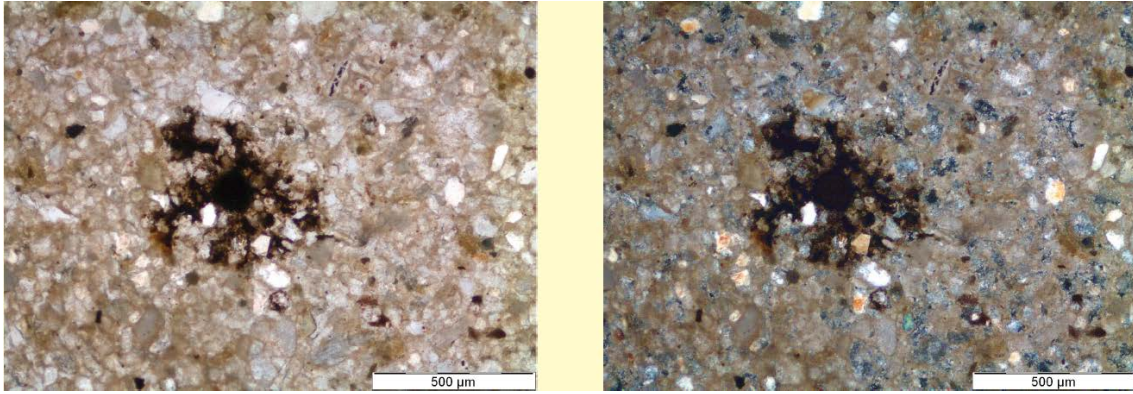


Figura 27. Nòdul d'òxids de Fe i Mn a la seqüència inferior, Tivissa. Esquerra: imatge amb polaritzadors paral·lels, dreta: imatge amb polaritzadors encreuats.



## BIBLIOGRAFIA

Balasch, J.C.; Herrero, C.; Castelltort, X. & Boixadera, J. (2010): Loess perideserticos en la cubeta de Móra d'Ebre (Depresión Prelitoral Catalana, NE España). In Ubeda, X.; Vericat, D. & Batalla, R. (eds): Avances de la Geomorfología en España, 2008-2010. XI Reunión Nacional de Geomorfología, Solsona (Lleida), septiembre de 2010, Sociedad Española de Geomorfología, 349-352.

Balasch, J.C.; Abellà, A.; Herrero, C.; Castelltort, X. Poch, R.M.; Bosch, A. & Boixadera, J. (2011): Suelos sobre loess en el valle inferior del río Ebro. Itinerarios edáficos por Cataluña: el Priorat, la Cerdanya y el Penedès. Guía de campo de la XXVIII Reunión de la Sociedad Española de la Ciència del Suelo, Barcelona, setembre de 2011. Monografies Tècniques de l'Institut Geològic de Catalunya, 2: 100-123.

Balasch, J.C.; Poch, R.M.; Ruiz-Bellet, J.L. & Boixadera, J. (2012): Particle size and micromorphology of loess depòsits in the Lower Ebro river valley. In Poch, R.M.; Casamitjana, M. & Francis, M.L. (eds.): Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Working Meeting on Soil Micromorphology. Lleida, July 2012, Dpt. Medi Ambient i Ciències del Sòl (UdL), Lleida, 261-265.

Bertran, P.; Liard, M.; Sitzia, L. & Tisson, H. (2016): A map of Pleistocene aeolian depòsits in western europe, with special emphasis on France. Journal of Quaternary Science, 31 (8): 844-856.

Boixadera, J. & Poch, R.M. (2008)(eds.): Transcatalonia N-S. Guía de excursión de edafologia. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl (UdL) – Secció d'Avaluació de Recursos Agraris (DARP, Generalitat de Catalunya), Lleida, 170 p.

Boixadera, J.; Poch, R.M.; Lowick, S.E. & Balasch, J.C. (2015): Loess and soils in the Eastern Ebro Basin. Quaternary International, 376: 114-133.

Brunnacker, K. (1969): Affleurements de loess dans les regions nord-méditerranées. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, 2: 325-334.

Calvo, F.R.; Sánchez, J.; Acosta, A.; Wolf, D. & Faust, D. (2016): Granulometrical, mineralogical and geochemical characterization of loess depòsits in the Tajo Basin. Quaternary International, 407: 14-28.

Coudé-Gaussen, G. (1990): The loess and loess-like depòsits along the sides of the western Mediterranean sea: genètic and paleoclimàtic significance. Quaternary International, 5: 1-8.

Danés, R.; Herrero, C. & Boixadera, J. (1991): Cartografia detallada de sòls en àrees de regadiu de Catalunya. Quaderns Agraris ICEA, 14: 17-32.

Dumas, B. (1979): Variations climatiques quaternaires et morphogénèse dans le sud du Levant espagnol. Méditerranée, 27-35

Garcia, R.; González, J.A.; Petit, M.D. & Rucandio, M.I. (2010): Caracterización de las acumulaciones loésicas en el valle medio del río Tajo, España. Estudios Geológicos, 66 (1): 115-121.

García-Giménez, R.; Vigil de la Villa, R & González, J.A. (2012): Characterization of loess in central Spain: a microestructura study. Environmental Earth Sciences, 65: 2125-2137.

Haase, D.; Fink, J; Haase, G.; Ruske, R.; Pécsi, M.; Richter, H.; Altermann, M. & Jäger, K.D. (2007): Loess in Europe – Its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1:2,500,000. Quaternary Science Reviews, 26 (9): 1301-1312.

Margarit, J. & Monner, A. (1996): Mapa de sòls 1:50.000 de l'àrea regable de la Terra Alta. REGSA – INARSA. Informe inèdit. Generalitat de Catalunya, Lleida, 61 p.

Mücher, H.; Sevink, J.; Bergkamp, G. & Jongejans, J. (1990): A pedological and micromorphological study on Mediterranean loessial deposits near Gerona, NE-Spain. Quaternary International, 5: 9-22.

Muhs, D.R.; Budhan, J.; Avila, A.; Skipp, G.; Freeman, J. & Patterson, D. (2010): The role of African dust in the formation of Quaternary soils on Mallorca, Spain and implications for the gènesis of Red Mediterranean soils. Quaternary Science Reviews, 29: 2518-2543.

Pecsi, M. (1990): Loess is not just accumulation of airborne dust. Quaternary International, 7/8: 1-21.

Pla, I. & Balasch, J.C. (2017): Soil and water conservation under traditional and recently terraced rainfed vineyards. Field Trip Guide n. 1 (Priorat) CONSOWA 1<sup>st</sup> World Conference of Soil and Water conservation under Global Change, Lleida, juny 2019. Edicions Universitat de Lleida, 46 p.

Plata, J.M.; Rodríguez, R.; Balasch, J.C.; Boixadera, J. & Poch, R.M. (2019): Loess source areas and spatial distribution in the Lower Ebro Valley. EGU General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-18998-1, 2019.

Pye, K. (1987): Aeolian Dust and Dust Deposits. Academic Press, London.

Roca, J.; Bosch, A.D.; Boixadera, J.; Danés, R. (1987): Caracterización edafoclimática de la zona regable por el embalse de Guiamets (Tarragona). Informe inèdit. Generalitat de Catalunya, DARP, Direcció General de Producció i Indústries Agroalimentàries. Servei d'agricultura, Lleida, 182 p.

Rodríguez-Ochoa, R.; Balasch, J.C.; Olarieta, J.R.; López, G.; Tripijana, M.; Poch, R.M. & Boixadera, J. (2017): Loess depòsits in the Lower Wbro Basin (NE Iberian Peninsula). Proceedings of the 1<sup>st</sup> World Conference of Soil and Water conservation under Global Change – CONSOWA, Lleida, June, 2017, 689-693.

Roqué, C. & Pallí, L. (1994): Geologia del Massís de les Gavarres. Estudis sobre el Baix Empordà, 13: 5-98.

Rousseau, D.D.; Derbyshire, E.; Antoine, P. & Hatté, C. (2007; 2018): Loess Records. Europe. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, 1440-1456. Elsevier. doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11136-4

Schaetzl, R., Bettis, E., Crouvi, O., Fitzsimmons, K., Grimley, D., Hambach, U., . . . Zech, R. (2018): Approaches and challenges to the study of loess—Introduction to the LoessFest Special Issue. Quaternary Research, 89(3): 563-618. doi:10.1017/qua.2018.15

Smalley, I. & Rogers, C. (1996): Loess: The Yellow Earth. Geology Today, September-October 1996. Blackwell Science Ltd, 186-193.

Smalley, I. & Vita-Finzi, C. (1968): The formation of fine particles in sandy deserts and the nature of “desert” loess. Journal of Sedimentary Petrology, 38: 766-774.

Smalley, I.; Marshall, J.; Fitzsimmons, K.; Whalley, W.B. & Ngambi, S. (2019): Desert loess: a selection of relevant topics. Geologos, 25 (1): 91-102.

Solé Sabarís, L.; Virgili, C.; Ripoll, E. (1957): Livret Guide Exc. B1. Environs de Barcelone et Montserrat. Le Quaternaire continental de la plaine de Barcelone. V Congr. Int. INQUA. Madrid, Barcelona, 30 p.

Wolf, D.; Ryborz, K.; Kolb, T.; Calvo-Zapato, R.; Sánchez Vizcaino, J.; Zöller, L. & Faust, D. (2019): Origins and genesis of loess deposits in central Spain, as indicated by heavy mineral composition and grain-size variability. Sedimentology, 66 (3): 1139-1161.









Generalitat de Catalunya  
Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
Pesca i Alimentació

**Direcció General d'Agricultura  
i Ramaderia**

Subdirecció General d'Agricultura  
Servei de Sòls i Gestió Mediambiental  
de la Producció Agrària

**Edició: Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida, 2019**

**Projecte LOESSIBERUS (RTI2018-094927-B-I00)**