

Nou aflorament de l'erosió fini-Messiniana i del Plioquaternari a la conca sedimentària de Campos (Mallorca, illes Balears)

Guillem Mas Gornals¹ & Francesc Xavier Roig-Munar²

¹ Grup de recerca de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Ctra. Valldemossa, km 7.5, 07122 Palma, Mallorca (illes Balears), masgornals@gmail.com
² Consultor ambiental. Carrer Carrixaret 18-6, 07749 es Migjorn Gran, Menorca (illes Balears); xiscoroig@gmail.com

Rebut el 19.07.2020. Acceptat el 10.08.2020.

Es descriu un nou aflorament situat a la zona de ponent de la conca sedimentària de Campos, al Migjorn de l'illa de Mallorca, on s'observa la relació estratigràfica entre el Messinià i el Plioquaternari. Els dipòsits messinians estan formats per calcàries estromatolítiques molt alterades que mostren unes característiques diagenètiques particulars amb alta porositat, recristal·lització i neomorfismes. La seqüència plioquaternària és formada per tres unitats que corresponen a dipòsits marins litorals a la base, un paleosol intermedi i dipòsits dunars a sobre. Una clara superfície erosiva separa els dipòsits messinians dels dipòsits marins del Pliocè. Hi són presents formes càrstiques i possibles deformacions neotectòniques que afecten els dipòsits messinians i pliocens. Els resultats obtinguts indiquen que a la conca de Campos el desenvolupament de la Crisi de Salinitat Messiniana és més propera i coherent amb els models que defensen que la principal fase de dessecació es va produir després del dipòsit del Complex Carbonàtic Terminal.

Paraules clau: Crisi de Salinitat Messiniana, Complex Carbonàtic Terminal, Pliocè. Quaternari, Diàgenesi, Paleosols, Eolianites, Carst Neotectònica Mediterrània Occidental.

New outcrop of the end-Messinian erosion and of the Plioquaternary in the sedimentary basin of Campos (Mallorca, Balearic Islands)

A new outcrop is described located in the western area of the Campos sedimentary basin in the southern part of the island of Mallorca, where the stratigraphic relationship between the Messinian and the Plioquaternary. Messinian deposits are formed by highly altered stromatolitic limestones that show very particular diagenetic characteristics with high porosity, recrystallization and neomorphism. The Plioquaternary sequence consists of three units corresponding to coastal marine deposits at the base, an intermediate paleosol, and dune roof deposits. A clear erosive surface separates the Messinian deposits from the Pliocene marine deposits. Karst morphologies and possible neotectonics are present that affect the Messinian and Pliocene deposits. The results indicate that on the Campos basin the development of the Messinian Salinity Crisis is nearer to and coherent with the models that represent the main phase of desiccation which took place after the deposition of the Terminal Carbonate Complex.

Keywords: Messinian Salinity Crisis, Terminal Carbonate Complex, Pliocene, Quaternary, Diagenesis, Palaeogrounds, Eolianites, Karst, Neotectonics Western Mediterranean.

Amb motiu de la realització, per part de la Direcció Insular de Carreteres del Consell Insular de Mallorca, de les obres de construcció de la nova autovia Campos-Llucmajor (Fig. 1B), i coincidint amb un desmunt del terreny, aquest ha posat al descobert un tall que mostra la successió del Miocè terminal-Plioquaternari a la conca sedimentària de Campos (Fig. 1A). Aquest aflorament resulta més interessant tenint en compte la dificultat per observar afloraments prequaternaris al pla de Campos, fora de la informació fragmentària

proporcionada per les pedreres, alguns sondatges i/o petits afloraments superficials esporàdics molt erosionats, alguns d'ells associats a talussos de vials rodats.

L'objectiu de la present nota és fer la descripció detallada de les unitats que s'exposen en aquest aflorament situat a ponent de la conca de Campos, i que s'atribueix al Messinià i al Plioquaternari, analitzant les seves característiques sedimentològiques tot discutint la seva relació estratigràfica amb la Crisi de Salinitat Messiniana, a la vegada que s'analitzen possibles inferències paleoambientals.

Localització

L'aflorament estudiat es troba localitzat al terme municipal de Campos (illa de Mallorca, illes Balears, Mediterrània occidental, Fig. 1A), en concret al tram corresponent al quilòmetre 33 de la carretera Ma-19 de Palma-Santanyí (Fig. 1B). Les coordenades datum ETRS89 UTM31N són X: 497844, Y: 43663358; Z (altitud): 66 m, coincidint amb l'accés de la finca de Son Sala (Fig. 1C). Es tracta d'un aflorament efímer (temporal) associat a desmunts laterals de les obres de construcció de la nova autovia Campos-Llucmajor (projecte de desdoblament de la carretera Ma-19, tram Llucmajor-Campos) i que ha estat parcialment cobert i reblert a conseqüència de les mateixes obres.

Metodologia

S'ha procedit a aixecar la columna estratigràfica del tall de l'aflorament exhumat per les obres viàries de la carretera i a la realització de l'anàlisi litològica i bioestratigràfica de l'aflorament.

La determinació de colors específics s'ha fet a partir de mostres de fractura fresca comparades amb la carta de colors Geological Rock-Color Chart de Munsell® Color (2009).

El coneixement dels nivells del Pliocè marí i del

Plioquaternari continental i la seva morfologia, es podrà completar en futurs treballs basats en noves dades obtingudes a partir de 5 talls més de les mateixes obres, actualment encara en fase d'estudi.

Resultats

Descripció de la sèrie estratigràfica

La columna sintètica observable en el tram de la trinxera de desmunt, de base a sostre, és la següent (Fig. 2):

A: 1,50 m de calcàries microbials (microbialites) de colors obscurs força alterades i diagenitzades (Fig. 2B i Fig. 3C llegenda M). Presenten laminació estromatolítica en forma de domos de mida decimètrica a mètrica (Fig. 4A). Presenta al sostre una important discontinuïtat que separa de forma erosiva aquest nivell del (b) superior (Fig. 3C, llegenda MES).

B: 2,00 m de biocalcarenites grogues (Munsell 10YR 8/2, Very Pale Orange) (Fig. 2C, Fig. 3C-B llegenda P i Fig. 4B-D). Contenen dos nivells intercalats de lumachel·les de motlles de bivalves i gasteròpodes marins (Fig. 4B). Al sostre, al contacte amb la unitat immediatament superior, presenten erosió i bretxificació amb infiltració de matriu roja corresponent al sediment

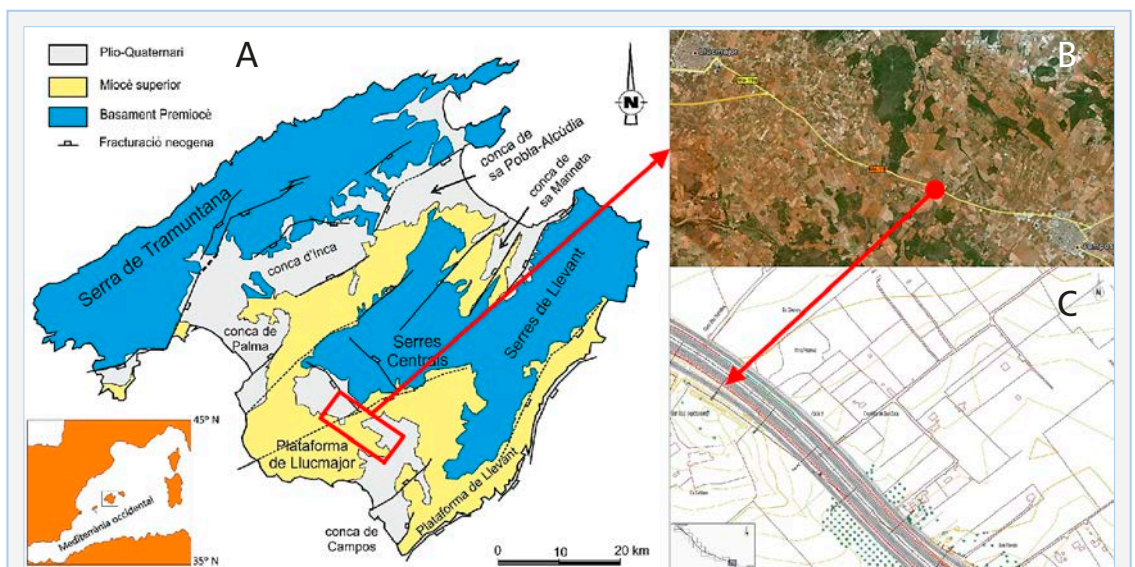
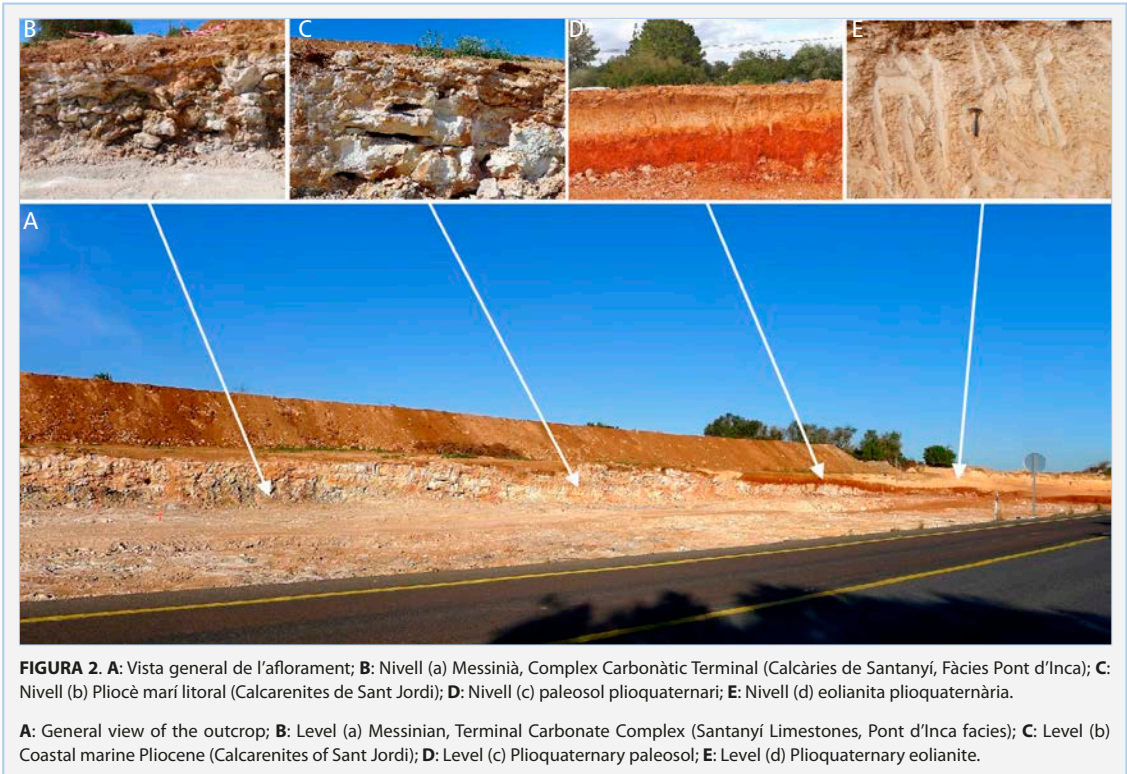


FIGURA 1. Situació de l'aflorament finimessinianà i plioquaternari descrit. **A:** Mapa geoestructural de l'illa de Mallorca amb referència a la situació de l'illa a la Mediterrània occidental; **B:** Ortofotografia del traçat del projecte de la nova autovia Llucmajor-Campos; **C:** Sector del projecte de traçat de desdoblament on s'ubica l'aflorament estudiat.

Location of the end-Messinian and Plioquaternary described outcrop. **A:** Geostructural map of the Mallorca Island, with reference to the location of the island in Western Mediterranean; **B:** Orthophotography of the layout of the new road Llucmajor-Campos; **C:** Sector of the layout of the new road where the studied outcrop is located.



propi de la unitat superior (Fig. 3B llegenda P i Fig. 4D).

C: 0,50 m d'argiles roges (Münsell 10R 4/6, Moderate Reddish Brown) amb petites inclusions obscures corresponents a òxids de Fe (Fig. 2D, Fig. 3A-B llegenda S i Fig. 4E).

D: 2,50 m de llims i gresos fins de color rosat (Münsell 5YR 8/4, Moderate Orange Pink) (Fig. 2E, Fig. 3A-B llegenda D i Fig. 4F), més arenosos a la part inferior, i amb traces (fantasmes) de laminació encreuada cap a sostre (Fig. 4F). En contacte amb la unitat immediatament superior (e) poden aparèixer localment rizoconcrecions i calcretes (Fig. 6).

E: 0,90 m de crosta calcària (conegut localment com a tapiot) amb la presència d'antics solcs de vinya (conegudes localment com a gavetes) (Fig. 6).

F: Localment trobem fins a 0,50 m sòl actual format per terres de conreu recents, algunes d'elles possiblement aportades de forma antròpica en les darreres centúries.

Tota la sèrie es troba lleugerament deformada, formant un lleu antiforme (guerxament) erosionat lateralment per l'orografia actual en direcció SE, cap al centre de la conca de Campos (Fig. 2A).

Els nivells inferiors (a) i (b), es troben localment afectats per un conjunt de petites cavitats molt particulars (Fig. 5), formades per la dissolució de la roca (carstificació) de desenvolupament bàsicament vertical (Fig. 5A-B), encara que també en menor mesura poden presentar un desenvolupament horitzontal coincident amb les principals discontinuïtats o plans d'estratificació de l'aflorament (Fig. 5C).

Una altra dada curiosa és la presència d'antigues rases de vinya (gavetes) tallades transversalment pels desmunts de les obres (Fig. 6) que posen de manifest la importància que va tenir en aquesta zona aquest tipus de conreus fins a l'arribada de la plaga de la fil-loxera a finals del segle XIX.

Discussió

a) Miocè

Ateses les característiques litològiques del nivell (a), format per calcàries microbials força diagenitzades (Fàcies Pont d'Inca, Pomar et al., 1983) (Fig. 2B i Fig. 4A), així com la presència a sostre d'una important discontinuïtat de caràcter erosiu (Fig. 2A i Fig. 3C llegenda MES), aquest nivell correspondria al

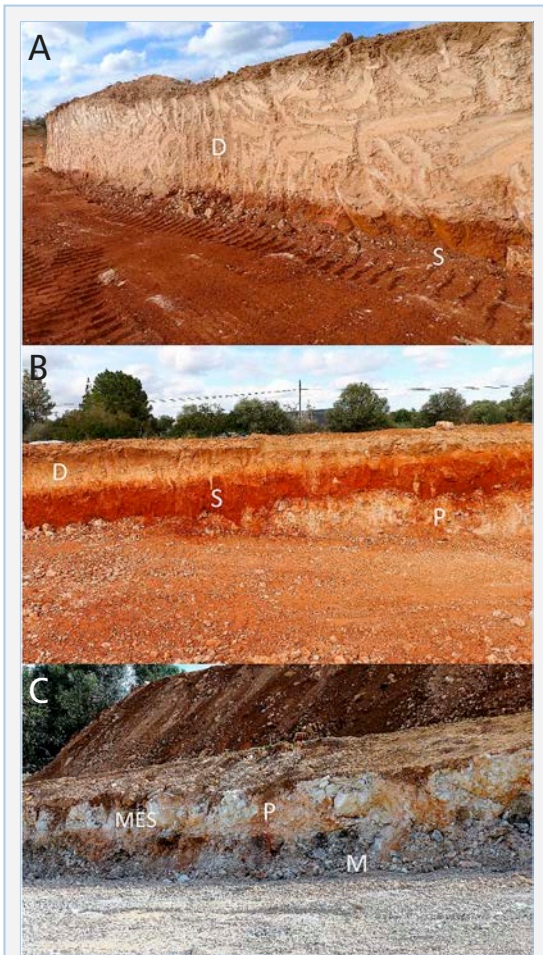


FIGURA 3. Superfícies / Discontinuitats. A: Superfície que limita el paleosol dels nivells eòlics superiors; B: Relació entre les unitats del Plioquaternari. Noteu la superfície d'alteració edàfica que separa els sediments marins del paleosol; C: Discontinuitat fini-Messiniana (MES) que separa els nivells messinians dels nivells marins del Pliocè; Llegendari: M: Messinià (Fàcies Pont d'Inca); MES: Discontinuitat fini-messiniana o Messinian Erosional Surface; P: Pliocè marí; S: Paleosol; D: Duna.

Surfaces / Unconformities. A: Surface bounding between the paleosol and the upper eolic levels; B: Relationship between Plioquaternary units. Note the surface of edaphic alteration that separates marine sediments from the paleosol; C: End-Messinian Unconformity (MES) that separates Messinian levels from Pliocene marine ones; Legend: M: Messinian (Pont d'Inca facies); MES: End-Messinian Unconformity or Messinian Erosional Surface; P: Marine Pliocene; S: Paleosol; D: Dune.

fini-Messinian (vegeu Taula 1).

Aquesta unitat finimessiniana està considerada l'equivalent local del Complex Carbonàtic Terminal (Esteban, 1979; 1996), present en diferents localitats de la Mediterrània (Mas, 2015).

El model de Crisi de Salinitat Messiniana que sembla adaptar-se més a la seqüència observada a la zona de Campos (Mas & Fornós, 2006) així com als altres dipòsits de la mateixa edat descrits a altres àrees de Mallorca (Mas, 2015), és el de Clauzon et al. (1996). Aquest model de la crisi messiniana estableix que el nivell marí de la Mediterrània durant aquest període davallaria en dues fases separades per un període d'inundació. La primera fase que passaria fa 5,97 Ma i que afectaria només als marges de la conca tindria una amplitud moderada d'uns 150-200 m de descens, que donaria lloc a les denominades evaporites marginals (*Primary Lower Gypsum*, PLG). La segona fase que representaria una caiguda més dràstica de més de 1.500 m, afectaria a tota la conca, i tindria lloc fa 5,60 Ma. Seria la responsable del gruix de sediments evaporítics que hi ha a les zones profundes i de l'encaixament i incisió dels grans canyons submarins relacionats amb els principals cursos fluvio-torrentials. Entre mig d'aquestes dues fases regressives es registra un restabliment momentani del nivell del mar (segon highstand messinià), que possibilita la deposició dels últims carbonats abans del pic de dessecació messiniana, corresponent al Complex Carbonàtic Terminal (Cornée et al., 2008; Bache et al., 2012).

Segons aquesta interpretació, els dipòsits descrits en el nivell (a) correspondrien a aquest episodi d'ascens del nivell de la mar entre les dues etapes regressives. La important diagènesi soferta per aquest nivell (Fàcies Pont d'Inca) podria estar motivada per l'alta salinitat associada a la dràstica caiguda del nivell de la mar durant el màxim de la Crisi de Salinitat Messiniana.

b) Superfície d'erosió fini-Messiniana (MES)

La superfície de discontinuitat (Fig. 3C, llegenda MES), amb proves d'una forta erosió subaèria, que afecta a sostre als dipòsits del Complex Carbonàtic Terminal (nivell a), i els separa del nivell (b), correspondria a la discontinuitat fini-Messiniana descrita per Mas (2015) a l'illa de Mallorca. Aquesta coincideix amb la major erosió (Messinian Erosion Surface, MES) conseqüència de la màxima caiguda del nivell de la mar que esdevingué durant la principal fase de dessecació de la crisi, i que en aquest cas se situa al sostre de les Calcàries de Santanyí-Complex Carbonàtic Terminal, que es troben fortament erosionats i posteriorment fossilitzats per la transgressió del Pliocè.



FIGURA 4. Detall de facies: **A:** Nivells messinians molt diagenitzats (Facies Pont d'Inca) amb doms estromatolítics; **B:** Pliocè marí litoral (nivells de platja) formats per una lumaquella de motlles de mol·luscs; **C:** Pliocè, nivells arenosos sense fauna; **D:** Bretxificació dels nivells superiors del Pliocè per alteració edàfica de la roca mare del paleosol superior; **E:** Paleosol; **F:** Nivells dunars superiors que conserven restes d'estratificació creuada.

Close up of different facies: **A:** Highly diagenized Messinian levels (Pont d'Inca facies) with stromatolitic domes; **B:** Coastal marine Pliocene (beach levels) formed by a coquina of mollusc moulds; **C:** Pliocene, sandy levels without fauna; **D:** Brecciation of the upper levels of the Pliocene by edaphic alteration due to the upper paleosol; **E:** Paleosol; **F:** Levels dune whit remnants of cross-stratification.

c) Pliocè

Ates les característiques litològiques del nivell (b) format per biocalcarenites corresponents a una biofacies marina litoral (Fig. 4B), així com la seva situació estratigràfica sobre la discontinuïtat fini-Messiniana (Fig. 2A i Fig. 3C), s'atribueix aquest nivell al Pliocè inferior (Zanclià) (vegeu Taula 1).

Els dipòsits pliocens, corresponents a les Calcisiltites de Son Mir (calcisiltites amb Amusium), han estat datats d'edat Pliocè inferior (Zanclià) en base al seu contingut en microforaminífers planctònics, com són la *Globorotalia margaritae* Bolli & Bermudez, 1965 i la *Sphaeroidinellopsis* spp. (Colom, 1980; 1985; Mateu, 1982). Els dipòsits marins profunds (les Calcisiltites de Son Mir) lateralment i cap a sostre prograden a litorals, paràlics i eòlic-edàfics (Calcarenites de Sant Jordi).

Cal tenir en compte que durant la reinundació completa de les conques a l'inici del Pliocè (Zanclià), alguns dipòsits biocalcarenítics, corresponents a platges situades als marges de les conques, és a dir,

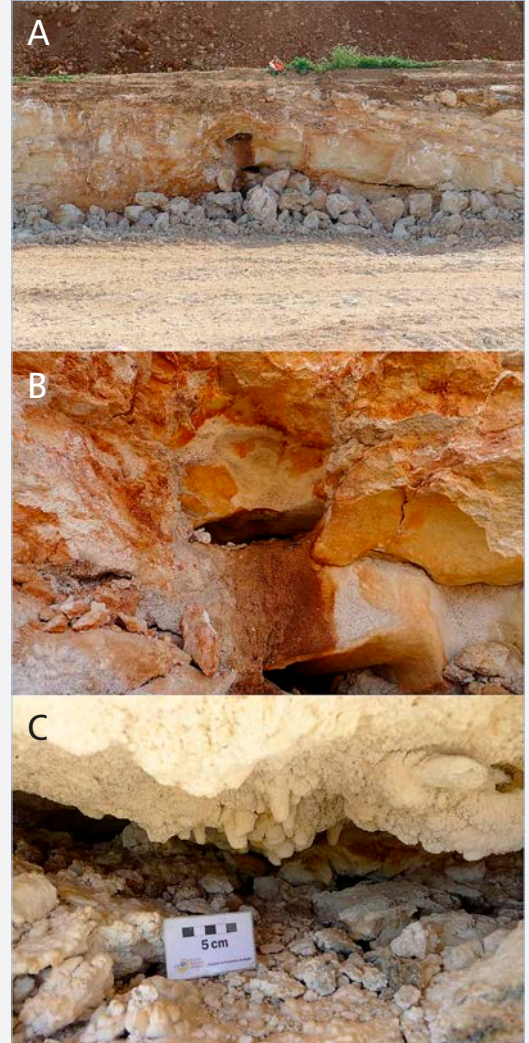


FIGURA 5. Carst. **A:** Petita cavitat càrstica de desenvolupament vertical dins el nivell de calcarenites pliocenes generat per buits resultants de la forta alteració diagenètica dels nivells messinians inferiors; **B:** Detall dels conductes superiors de desenvolupament vertical de la subfigura A; **C:** Exemple de cavitat càrstica de desenvolupament horitzontal formada aprofitant la discontinuïtat fini-Messiniana.

Karst. **A:** Vertically developing small karstic cavity in Pliocene calcarenites level, generated from voids resulting from the strong diagenetic alteration of the underlying Messinian levels; **B:** Close up of the upper vertical development conducts of subfigure A; **C:** Example of karstic cavity of horizontal development on the fini-Messinian discontinuity.

part de les Calcarenites de Sant Jordi situades al marge de la conca, poden ésser cronostatigràficament equivalents (coetanis) als dipòsits més fins (Calcisiltites de Son Mir) situats als depocentres de la conca, i que a la



FIGURA 6. Secció transversal d'una rasa de vinya (gaveta) tallada pel desmunt de l'obra, que posen de manifest la importància que va tenir abans en aquesta zona aquest tipus de cultiu.

Cross section of a vine ditch (traditionally known as gaveta) cut by the road works, which show the importance that this type of crop had before in this area.

conques de Campos hi manquen les fàcies profundes del Pliocè (Mas, 2015).

La transgressió pliocena es caracteritza per una sobtada inundació d'aigües marines que a la vegada fosilitza ràpidament els dipòsits messinians erosionats (discontinuitat fini-Messiniana, MES), per després anar retirant-se progressivament donant lloc a dipòsits restringits de transició que finalment evolucionen cap a continentals (morfologies de dunes i paleosòls).

A diferència del límit miopliocè, que ens ve perfectament definit per la discontinuitat fini-Messiniana (MES), el límit entre el Pliocè i el Quaternari (2,58 Ma) és difícil d'establir, si no és mitjançant datacions absolutes, degut a la continuïtat existent en la sedimentació de transició plioplastocena (Mas, 2015).

d) Neotectònica

La deformació de tota la sèrie estratigràfica en forma de lleu antiforme, format per l'elevació i/o l'èmbombament observat en l'orografia actual, podria correspondre a una zona push-up elevat pel moviment d'una falla direccional. La mateixa morfologia es pot observar a la zona de Païssa, a escassos 2 km en la mateixa carretera en direcció Lluçmajor, on també apareix una elevació de la sèrie plioquaternària i s'hi han detectat aigües termals (López-García, 2007).

Això ens indicaria que el conjunt neogen podria estar afectat per falles de direcció SW-NE, provocant que aquests nivells es trobin elevats en alguns punts i enfonsats en d'altres, en un procés similar al que s'ha pogut observar a major escala a la conca d'Inca (Mallorca) resultant de l'acció direccional de la falla de Sencelles (Mas et al., 2014), sense poder descartar que aquestes formes estiguin també relacionades amb la conservació de morfologies de cordons o lòbuls dunars progradants terra endins.

e) Carstificació

La carstificació de marcada component vertical (Fig. 5A-B), i que afecta els nivells de microbialites del Messinià i a les biocalcarenites del Pliocè marí, sembla haver-se generat a partir de col·lapses de buits resultants de la forta alteració diagenètica dels nivells messinians inferiors (Fàcies Pont d'Inca), que haurien desencadenat la feblesa dels nivells superiors, propiciant-ne la seva dissolució en conductes verticals, i derivant en ocasions en un carst de desenvolupament horitzontal, coincidint amb les interseccions de les discontinuïtats i/o dels plans d'estratificació (Fig. 5C).

	García-Yagüe i Muntaner (1968)	Esteban et al. (1979, 1996)	Pomar et al. (1983) Fornós & Pomar (1983)	Álvaro et al. (1984)	Simó i Ramon (1986)	Barnolas (1991)
PLIOCÈ			Calcarenites de Sant Jordi	Unitat Depositional Pliocena	Seqüència (TP 2) de Búger-Sant Jordi	Unitat 9 MAGNA
	Margues amb <i>Amusium</i>		Calcsiltites de Son Mir		Seqüència (TP 1) de Son Mir	
Discontinuitat fini-Messiniana (MES - Messinian Erosion Surface)						
MIOCÈ (fini-Messinian)	Calcàries Pont d'Inca	Complex Carbonàtic Terminal	Calcàries de Santanyí (Unitat Estromatolítica Superior Fàcies Pont d'Inca)	Complex Terminal Messinià	Seqüència (TM 3.3) de Santanyí	Unitat 8 MAGNA

TAULA 1. Correspondència entre les diferents denominacions de les unitats estratigràfiques descrites en el Messinià i Plioquaternari de l'illa de Mallorca.

Correspondence between the different denominations of the stratigraphic units described in the Messinian and Plioquaternary of the island of Mallorca.

Conclusió

A manera de conclusió preliminar podem dir que s'ha descrit un nou aflorament que registra la successió des del Messinià terminal fins al Quaternari a la depressió neògena de Campos (Mallorca).

El tall analitzat exemplifica la Crisi de Salinitat Messiniana, que hauria constatat de dues etapes regressives i l'episodi transgressiu intermedi del Complex Carbonàtic Terminal. Posteriorment, la transgressió pliocena es caracteritza per una sobtada entrada d'aigües marines que fossilitza els dipòsits messinians erosionats, per anar després retirant-se progressivament deixant dipòsits que evolucionen a continentals.

Localment apareixen formes càrstiques de marcada evolució vertical, generades a partir de col·lapses del nivells messinians alterats, que de retruc faciliten la dissolució dels dipòsits superiors del Pliocè marí.

Segons les dades preliminars proporcionades per aquest aflorament, el marge oriental de la conca de Campos i la plataforma de Lluçmajor, estarien afectades per falles direccionals que haurien provocat la flexió i elevació dels nivells finimessinians i plioquaternaris, sense poder descartar que aquestes elevacions puguin correspondre a una morfologia heretada d'antics cordons o lòbuls dunars progradants cap a l'interior.

Per a tot això, s'haurà d'esperar la contextualització amb els resultats dels nous afloraments posats al descobert per les obres de la nova autovia, actualment encara en fase d'estudi.

Bibliografia

- Álvarez, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J. & Simó, A., 1984.** El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Boletín Geológico y Minero*, 95(1): 3-25.
- Barnolas, A. (coord). 1991.** Mapa Geológico de España. Escala 1:50:000. Hoja 724 (39-28): Lluçmajor. 49 pp. (ITGE). Madrid.
- Bache, F., Popescu, S., Rabineau, M., Gorini, C., Suc, J. P., Clauzon, G., Olivet, J. L., Rubino, J. L., Melinte-Dobrincescu, M., Estrada, F., Londeix, L., Armijo, R., Meyer, B., Jolivet, L., Jouannic, G., Leroux, L., Aslanian, D., Baztan, J., Tadeu Dos Reis, A., Mocochain, L., Dumurdžanov, N., Zagorchev, I., Lesic, V., Tomic, D., Çağatay, M. N., Brun, J. P., Sokoutis, D. N., Ucarukus, G. & Çakir, Z. 2012.** A two-step process for the reflooding of the Mediterranean basin after the Messinian Salinity Crisis. *Basin Research*, 24: 125-153.
- Clauzon, G., Suc, J. P., Gautier, F., Berger, A. & Loutre, M. F. 1996.** Alternate interpretation of the Messinian Salinity Crisis: controversy resolved? *Geology*, 24(4): 363-366.
- Colom, G. 1980.** Nota preliminar sobre la existencia del plioceno inferior, marino, en Mallorca (Balears). *Acta Geológica Hispánica*, 15(2): 45-49.
- Colom, G. 1985.** Estratigrafía y paleontología del Andalucense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Boletín Geológico y Minero*, 46 (3): 235-302.
- Cornée, J. J., Maillard, A., Conesa, G., García, F., Saint Martin, J.P., Sage, F. & Münch, P. 2008.** Onshore to offshore reconstruction of the Messinian erosion surface in Western Sardinia, Italy: Implications for the Messinian salinity crisis. *Sedimentary Geology*, 210: 48-60.
- Esteban, M. 1979.** Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- Esteban, M. 1996.** An overview of Miocene reefs from Mediterranean areas: general trends and facies models. In: E. K Franseen, M. Esteban, W. C. Ward, & J. M. Rouchy, (Eds.) *Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of Mediterranean Regions. Concepts in Sedimentology and Paleontology Series*, 5: 3-53. SEPM. Tulsa, Oklahoma, USA.
- Fornós, J. J. & Pomar, L. 1983.** Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo terminal"). In: L. Pomar, J. Obrador, J. Fornós & A. Rodríguez-Perea (Eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983: 177-206.* Grupo Español de Sedimentología. Palma de Mallorca.
- García-Yagüe, A. & Muntaner, A. 1968.** Estudio hidrogeológico del llano de Palma. D.G.O.P. i S.G.O.P. 3 toms. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- López-García, J. M. 2007.** Las Manifestaciones hidrotermales del Sur de Lluçmajor, Mallorca. 132 pp. Memòria d'investigació. Universitat de les Illes Balears.
- Mas, G. 2015.** El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània. 534 pp. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- Mas, G. & Fornós, J. J. 2006.** Aportacions al coneixement del Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 49: 67-81.
- Mas, G., Gelabert, B. & Fornós, J. J. 2014.** Evidencias de desplazamiento direccional de la falla de Sencelles (Mallorca, Islas Baleares). In: J. A. Álvarez-Gómez & F. Martín-González, (eds.) *Una aproximación multidisciplinar al estudio de las fallas activas, los terremotos y el riesgo sísmico*, p. 47-50. Segunda reunión ibérica sobre fallas activas y paleoisomología, Lorca, Murcia.
- Mateu, G. 1982.** El Neógeno-Pleistoceno de Mallorca: Biocronoestratigrafía y Paleocenografía en base a los Foraminíferos Planctónicos. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 26: 75-133.
- Munsell Color (ed.). 2009.** Geological Rock-Color Chart. With genuine Munsell® color chips. Grand Rapids, Michigan, USA.
- Pomar, L., Marzo, M. & Barón, A. 1983.** El Terciario de Mallorca. In: L. Pomar, J. Obrador, J. Fornós & A. Rodríguez-Perea (eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología.* pp 21-44. Grupo Español de Sedimentología. Menorca.
- Simó, A. & Ramon, X. 1986.** Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogènic de Mallorca. *Boletín Geológico y Minero*, 97(4): 446-472.