

Un nou lloc d'interès geològic (LIG) per al patrimoni natural d'Inca

XV JORNADES D'ESTUDIS LOCALS

Guillem Mas Gornals¹ i Damià Perelló Fiol²
Societat Geocientífica de les Illes Balears (GEOilles)
1: *masgornals@gmail.com*
2: *damiaperellofiol@gmail.com*

Paraules clau: crisi de salinitat messiniana, Pliocè, patrimoni geològic, lloc d'interès geològic, Illes Balears, Mediterrània occidental.

Resum. *S'estudia un interessant aflorament corresponent a l'erosió i sedimentació produïdes durant la crisi de salinitat messiniana ocorreguda a la Mediterrània ara fa 5,97-5,32 milions d'anys (Miocè terminal-Pliocè). L'aflorament mostra el contacte entre una unitat inferior, corresponent al moment de la crisi de salinitat (Messinià terminal erosionat), i una unitat superior, corresponent als sediments de la posterior inundació marina del Pliocè. Es proposa la catalogació de l'aflorament com a lloc d'interès geològic (LIG) i com a element patrimonial del municipi d'Inca. El treball està pensat tant per a la seva consulta científica-tècnica a efectes de protecció com per ésser una eina didàctica dirigida a docents.*

Keywords: Messinian Salinity Crisis, Pliocene, Geological heritage, Geosite, Balearic Islands, Western Mediterranean.

Abstract. *An interesting outcrop corresponding to erosion and sedimentation produced during Messinian Salinity Crisis occurred in the Mediterranean from 5.97 to 5.32 million years ago (Uppermost Miocene-Pliocene) is studied. The outcrop showing the contact between a lower unit, corresponding to the time of salinity crisis (Uppermost Messinian eroded), and an upper unit, corresponding to the sediments of the Pliocene marine reflooding. Cataloging as an interesting Geosite (LIG) and as geological heritage of the municipality of Inca is proposed. The work is intended both for scientific and technical consulting for protection purposes, and for being an educational tool aimed at teachers.*

1. Introducció

La crisi de salinitat messiniana és un esdeveniment major dins l'evolució de la Mediterrània que es caracteritza per la formació d'importants depòsits de sals i guixos (evaporites) tant a la seva zona abissal profunda com en les conques marginals, cosa que indica unes condicions de depòsit salines extremadament poc profundes (evaporació). Arran de la troballa d'evaporites a les planes abissals es va derivar la hipòtesi de conca profunda dessecada (fig. 1), segons la qual durant el Messinià a la Mediterrània s'hauria produït una caiguda del nivell del mar de més de 1.500 m (Cita, 1973; Hsü *et al.*, 1973, 1978).



Figura 1. Reconstrucció de la Mediterrània occidental dessecada durant el pic de la crisi de salinitat messiniana (segons R. Pibernat). Es pot apreciar la interconnexió entre illes i amb l'actual península Ibèrica (cercle)

Com a conseqüència de tal descens del nivell de la mar a la Mediterrània es produïx una forta erosió en els seus marges, en els quals es van excavar profunds canons erosius, en coincidència amb els principals sistemes de drenatge (rius Roine i Nil). La crisi de salinitat va tenir el seu origen pel tancament de les vies marines (passadissos Bètic i Rifeny) que comunicaven la Mediterrània i l'Atlàntic. L'edat d'inici de la crisi, quan comença l'erosió i precipitació de les evaporites, s'ha establert al voltant dels -5.97 Ma (Krijgsman *et al.*, 1999, Manzi *et al.*, 2013). La crisi

acaba definitivament amb la reinundació de la Mediterrània amb aigües de l'Atlàntic just al començament del Pliocè (-5,32 Ma, Krijgsman *et al.*, 1999), la causa va ser l'obertura d'una nova via marina (l'estret de Gibraltar) que no existia ni durant ni anteriorment a la crisi de salinitat, que va permetre el reompliment complet de la Mediterrània amb aigua marina procedent de l'Atlàntic.

La carretera que uneix Inca amb Sineu (Ma-6030), coincidint amb el seu pas per la finca de Son Bordils, mostra un aflorament d'edat Miocè terminal-Pliocè, corresponent a l'erosió i sedimentació produïda durant la retirada i tornada de la mar durant la crisi de salinitat ocorreguda a la Mediterrània, ara fa 5,97-5,32 milions d'anys.

L'excelsa qualitat de l'aflorament, atesa la seva dificultat per observar afloraments corresponent a aquest esdeveniment geològic cap a l'interior de l'illa (singularitat), la representativitat de l'evolució geològica regional, així com el seu potencial d'ús social (didàctic, divulgatiu) fan que aquest aflorament presenti un especial interès.

El patrimoni geològic forma part del patrimoni natural que cal conservar, ja sigui mitjançant mesures de protecció i/o propostes en pro de l'ensenyament i/o difusió del coneixement; per a la qual cosa es proposa la catalogació de l'aflorament com a lloc d'interès geològic (LIG) i com a element del patrimoni natural del municipi d'Inca.

El present treball està pensat tant per a la seva consulta científica-tècnica a efectes de protecció com per ésser una eina didàctica dirigida a docents de secundària, batxillerat i a estudiants universitaris.

L'aflorament estudiat en aquest treball, juntament amb altres de l'illa de Mallorca, són objecte d'estudi dins de la tesi doctoral denominada "El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània", actualment en vies de realització per part d'un dels autors de la present comunicació (Guillem Mas) i dirigit pel Dr. Joan J. Fornós Astó, dins del programa de doctorat del Departament de Ciències de la Terra de la UIB.

2. Localització de l'aflorament

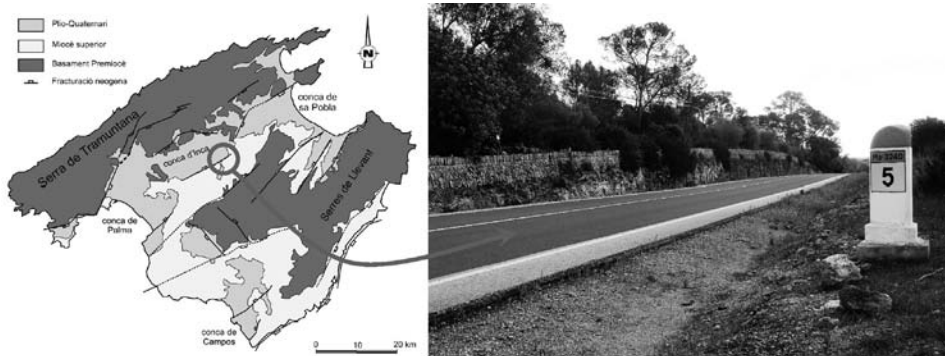


Figura 2. Aflorament de sa pleta de Son Bordils (Inca): localització en el mapa geoes estructural de Mallorca i vista general de l'aflorament

L'aflorament s'ubica al terme municipal d'Inca, en concret al km 5 de la carretera Ma-3240 (abans PM-324) que uneix Inca amb Sineu (coordenades: projecció UTM-WGS84 31 S x: 495749, y: 4392271, z: 76 m), a 500 m al NW de la convergència dels torrents des Rafal Garcés i de Vinagrella. El nom de l'aflorament correspon al topònim de *sa pleta* o *sa garriga* de *Son Bordils*. Es tracta de dues seccions paral·leles corresponents als talls laterals de la trinxera de desmunt posada al descobert per les obres d'anivellació durant la construcció la carretera, amb una llargària total de la secció d'uns 250 m i una altura màxima exposada d'uns 2 m, que en total ens proporcionen fins a uns 6 m de potència estratigràfica. La secció més completa s'observa al tall lateral en sentit cap a Inca (fig. 2).

3. Estratigrafia

De base a sostre a l'aflorament es poden observar (figs. 6 i 7):

- 3 m de calcàries obscures molt diagenitzades (fàcies Pont d'Inca, Garcia-Yagüe i Muntaner, 1968; Pomar *et al.*, 1983a). Presenten forta alteració (fig. 3, A) en forma de recristal·lització amb cristalls de colors obscurs de fins a 1 cm i esferes de cristalls aciculars radials (fig. 3, D), bretxes de dissolució i cavitats càrstiques amb espeleotemes (fig. 3, B). La roca original es troba totalment alterada i modificada per la diagènesi, però s'hi han pogut observar alguns restes d'estructures de laminació estromatolítica (fig. 3, C) i de traces fòssils en forma de tubs.
- 2 m de calcàries oolítiques de colors clars (blanques-grises) (fig. 4). Presenten les oolites molt ben conservades (fig. 4, detall). Contenen motlles de gasteròpodes i bivalves indeterminats. Laminació incipient. Cap a sostre passen a calcàries molt micrítiques amb miliòlids i petits gasteròpodes.
- 1,5 m de calcarenites grogues que formen una lumaquella de mol·luscs dels quals només es conserven els motlles, a excepció dels ostreïds i pectínids. Rebleixen les irregularitats que forma la superfície d'erosió que constituïa el contacte amb el nivell anterior (b). S'han

pogut identificar bivalves (*Ostrea* sp., *Cardium* sp., pectínids, cf. *Callista* sp.), gasteròpodes (*Conus* sp.), pues d'equinoïdeus i traces d'esponges perforants (*Entobia* isp.) (fig. 5).

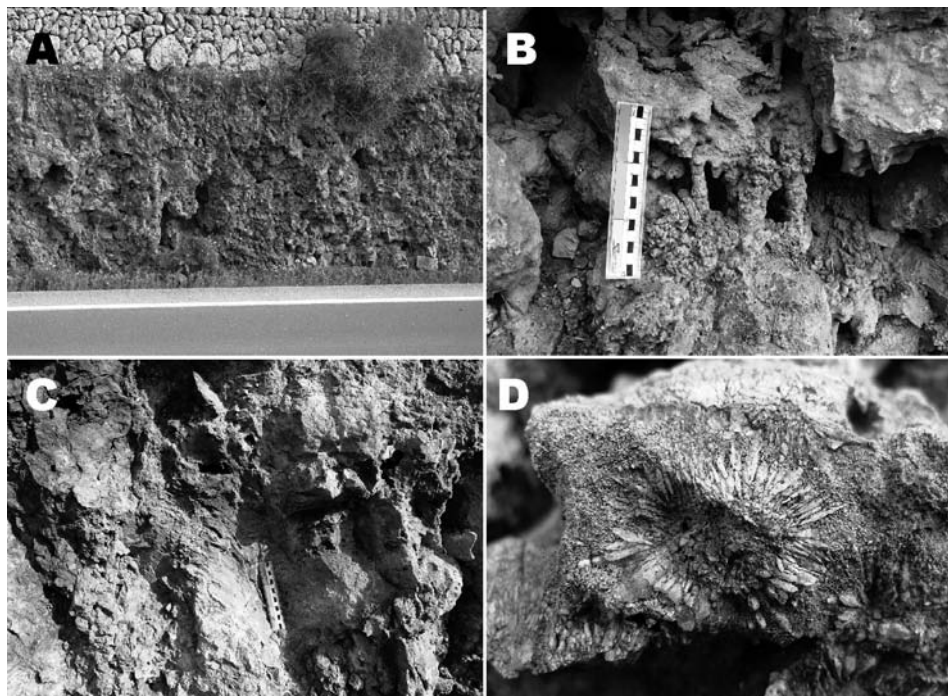


Figura 3. Calcàries obscures tipus Pont d'Inca del nivell (a): A. Fortament alterades per la diàgènesi; B. Cavitats amb espeleotemes; C. Restes de laminació estromatolítica; D. Recristal·lització

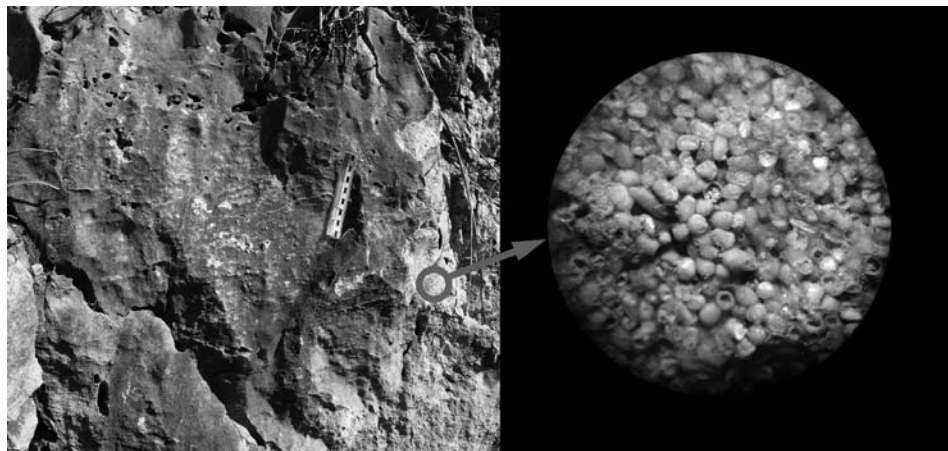


Figura 4. Calcàries oolítiques del nivell (b) i microfotografia (diàmetre 5 mm) mostrant l'estructura formada per oolites ben conservades

Cap al tram SE (direcció Sineu) del tall del desmunt de la carretera es pot observar que el nivell (c) es deposita directament sobre el nivell (a), la qual cosa ens indica que la superfície d'erosió finmessiniana ha arribat a afectar la totalitat del nivell (b).

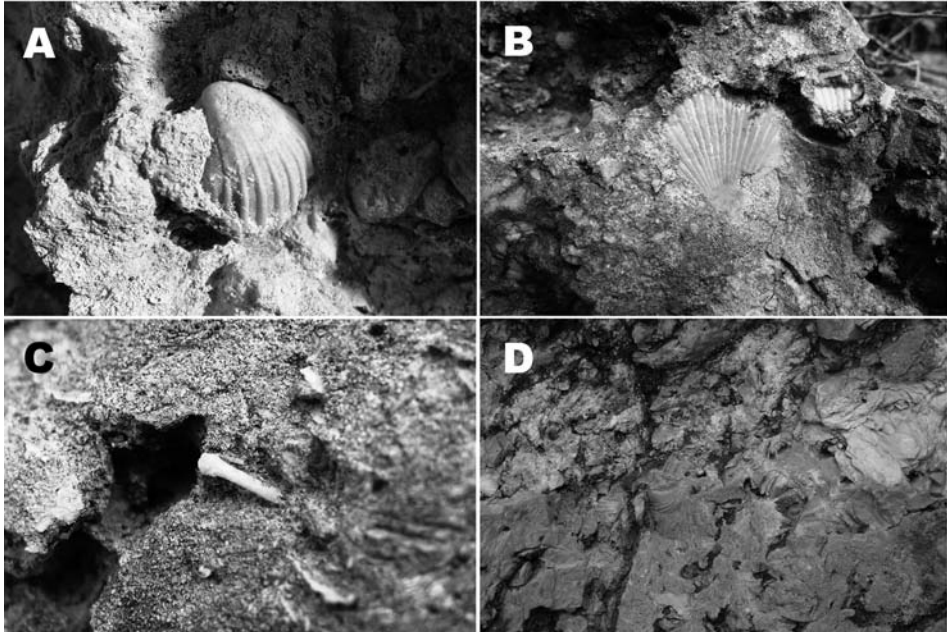


Figura 5. Fòssils marins característics del nivell (c): A. Motlle intern de *Cardium* sp. (*escopinya de gallet*); B. *Pectínid*; C. *Pua d'equinoideu* (*eriçó de mar*); D. Restes de valves d'ostres (*Ostrea* sp.)

Les unitats inferior (a) i superior (c) es presenten incompletes pel fet que en la primera no es veu la base perquè coincideix amb el límit inferior de l'excavació del desmunt de la carretera i el sostre de la segona està constituït per la superfície topogràfica actual.

Ateses las característiques litològiques, contingut paleontològic i relacions estratigràfiques (figs. 6 i 7), els nivells (a) i (b) s'atribueixen a la Unitat de Calcàries de Santanyí-Complex Carbonàtic Terminal (Esteban, 1979; Fornós, 1983), corresponent al Messinià final, mentre que el nivell (c) s'atribueix a la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi (Pomar *et al.*, 1983) del Pliocè inferior, tenint en compte que, en un rebliment sobtat i complet de les conques a l'inici del Pliocè (Zanclià), alguns dipòsits biocalcarenífics litorals dels marges de les conques, és a dir part de les calcarenites de Sant Jordi situades a més altura sobre l'actual nivell de la mar, poden ésser cronostatigràficament equivalents (coetanis) als dipòsits més profunds (*Calcsiltites de Son Mir* o *Margues amb Amusium*) situats als depocentres de les conques (Mas, 2011, 2014).

4. Discussió (paleoambients)

En el cas que ens ocupa, els nivells inferiors (a) i (b), afectats per la superfície d'erosió messiniana (MES), correspondrien al Complex Carbonàtic Terminal (CCT, Esteban 1979), que es poden correlacionar amb l'evaporita marginal depositada abans del màxim erosiu de la baixada grossa del nivell marí (fig. 7).

Els dipòsits marins del nivell (c) superior correspondrien a la gran entrada de la mar a inicis del Pliocè, ja que apareixen de sobte i directament (sense cap tipus de transició) sobre la superfície d'erosió messiniana (MES). Aquests presenten una fauna i sedimentació marina molt litoral, que ens indiquen clarament un marge de conca (fig. 5).

Tota la unitat miocena observable a l'aflorament presenta una seqüència transgressiva litoral restringida, que aniria probablement de les condicions intermareals de la base fins a condicions

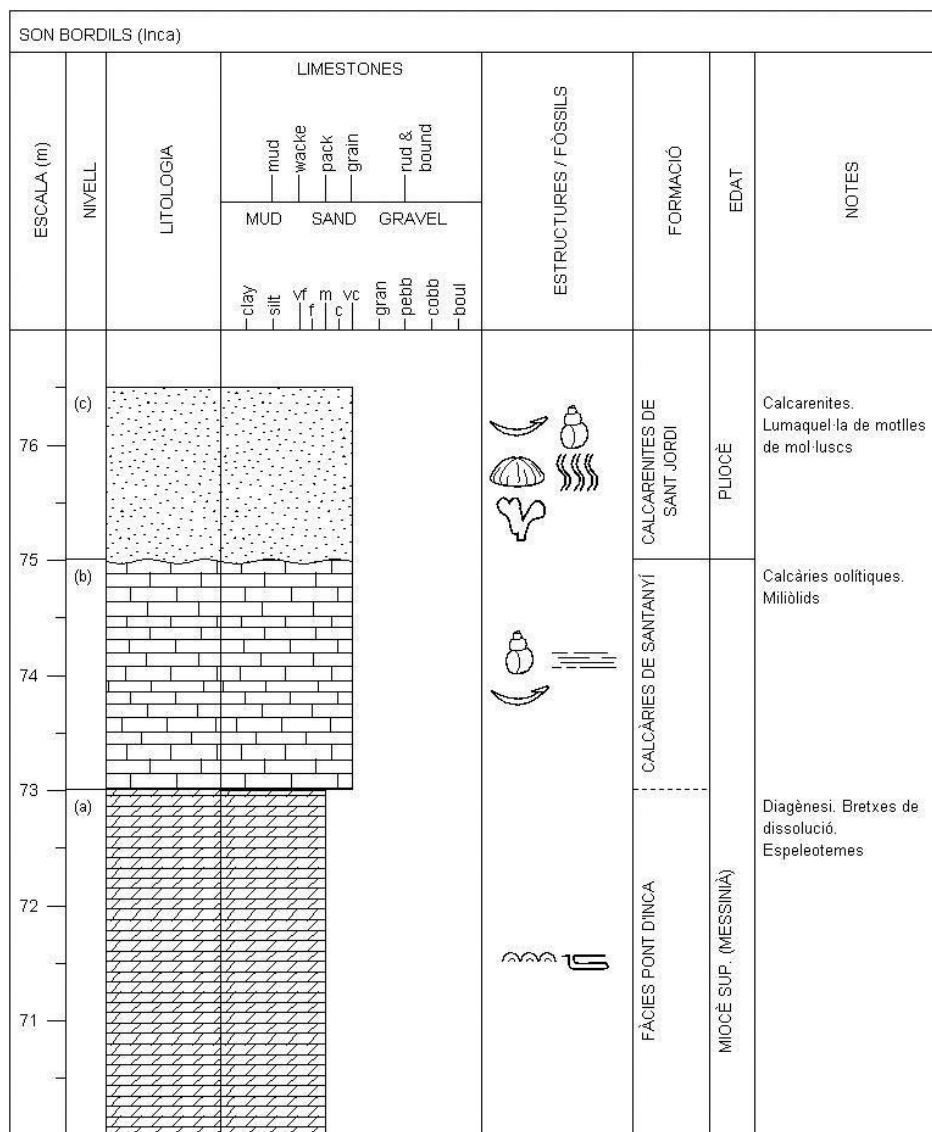


Figura 6. Columna estratigràfica de l'aflorament de sa pleta de Son Bordils

clarament submareals a sostre de la seqüència. Tot això, dins d'unes condicions diagenètiques força característiques, possiblement d'hipersalinitat.

Així, els dipòsits miocènics descrits corresponen a l'episodi de la crisi de salinitat messiniana que té lloc entre els 5,9 i 5,3 Ma causada pels tancaments dels passadissos Bètic i del Rift amb l'aïllament del mar Mediterrani de l'oceà Atlàntic.

Els estromatòlits són estructures organosedimentàries laminades adherides al substrat, producte de l'activitat metabòlica de microorganismes, principalment cianobacteris. Els microorganismes s'estratifiquen i van creixent a través del sediment que es va solidificant, mentre que moltes restes orgàniques són sepultades com a part de la laminació.

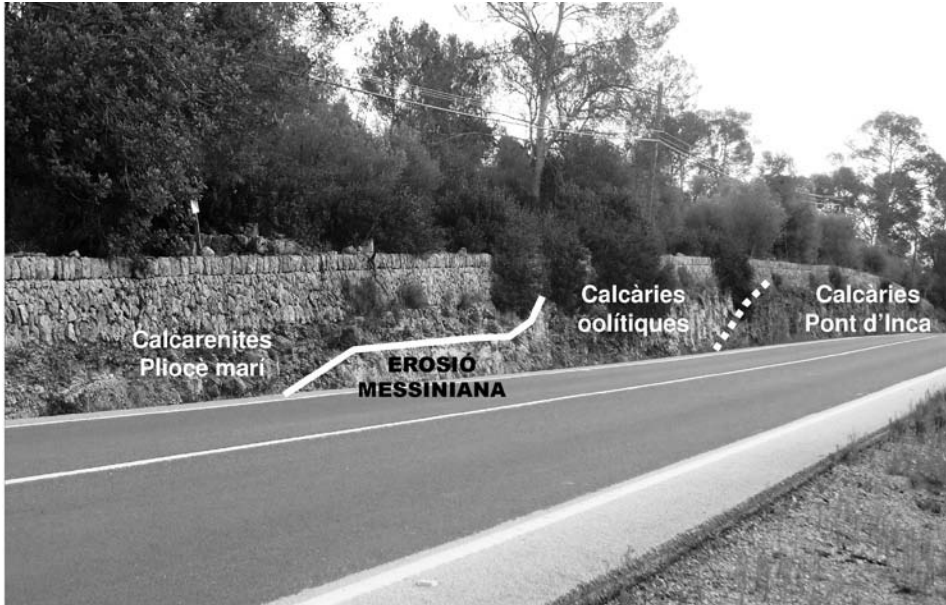


Figura 7. Vista general de l'aflorament amb indicació de les diferents unitats i superfícies localitzades

El creixement dels estromatòlits es troba sempre lligat a cossos d'aigua i necessita d'unes condicions fisicoquímiques de bona lluminositat i alta concentració de sals i nutrients, cosa que probablement passaria en plena crisi de salinitat messiniana. Per això s'ubiquen en aigües somes, amb un creixement òptim vers els 10-15 m de profunditat, principalment en ambients restringits (ambients hipersalins, badies tropicals...) i adoptant una organització en forma de colònies irregulars, formant vertaders esculls.

Per altra part, les calcàries apareixen afectades per dolomitització així com per altres processos de neomorfisme relacionats probablement amb les fases perieaporítiques corresponents al darrer estadi de la crisi de salinitat messiniana.

Per la seva part, el nivell pliocè forma part d'una seqüència marina transgressiva corresponent a una sedimentació marina litoral.

Els nivells massius d'ostreïdes es poden interpretar com a bioherms d'ostres. Aquests esculls d'ostres, típics dels ecosistemes dels estuaris, ens indiquen també que ens podríem trobar davant d'un ecosistema d'aquest tipus.

Des de la perspectiva paleoambiental el conjunt de sa pleta de Son Bordils suposa un model d'evolució que inclou des d'un ambient finimiocènic restringit d'aigües somes hipersalines (tipus *Sabkha*) amb esculls estromatolítics i oolites de caràcter tropical-subtropical, que se segueix després d'un breu episodi continental amb condicions diagenètiques molt especials, i finalment amb l'establiment d'un ambient marí molt litoral (Pliocè inicial).

5. Relació amb la falla de Sencelles

La falla de Sencelles constitueix el límit meridional de la conca sedimentària d'Inca, que presenta una direcció general SW-NE. Es tracta d'una falla inicialment de tipus extensional normal (Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994; Gelabert, 1998; Silva *et al.*, 2001, 2005) que posteriorment a partir del Miocè final-Pliocè ha sofert una inversió tectònica cap a una falla de tipus direccional sinistra (Mas, 2013a, b; Mas *et al.*, 2014).

Les falles direccionals, a diferència de les falles normals i les inverses, es caracteritzen per un component principal de moviment horitzontal (lateral) que normalment provoca un esqueixament del terreny formant estructures transversals en part elevades a les zones de xoc (estructures positives o *push-up*) i d'altres d'enfonsades a les zones de separació (estructures negatives o *pull-apart*).

L'estructura i disposició de l'aflorament de sa pleta de Son Bordils (estructura transversal significativament elevada i lleugerament flexionada) podria estar condicionada per la seva coincidència amb un sector d'esqueixament transversal del terreny associat a una zona de xoc direccional de la falla de Sencelles (estructures *push-up*). Llavors, l'estructura en forma de promontori lleugerament elevat de l'aflorament constituiria una estructura compressiva tipus *push-up* formada per materials del Miocè terminal i Pliocè aixecats de forma subtransversal a la direcció principal de la falla de Sencelles.

L'elevació de l'aflorament (Messinià lleugerament plegat) així com la facturació del terreny pròxim (manifestada en forma canvis de direcció en forma de meandres pronunciats –doble S– del torrent de Vinagrella en el seu pas a només a 500 m de l'aflorament estudiat) observades vendrien explicades pel fet de coincidir amb una estructura resultat d'una zona del xoc direccional transversal de la falla de Sencelles (fig. 8).

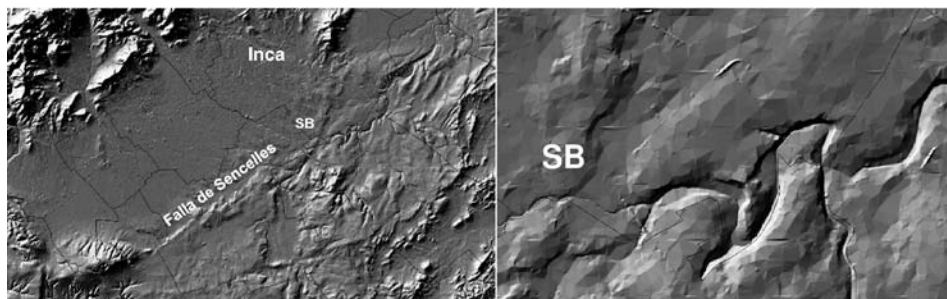


Figura 8. Situació de l'aflorament de Son Bordils (SB) en relació amb la falla de Sencelles.
Detall de les anomalies associades

L'acció de la falla de Sencelles hauria provocat la deformació dels nivells neògens adjacents a la falla de Sencelles permetent l'aflorament d'aquests nivells que normalment no són visibles a altres punts al trobar-se ocults sota els al·luvions quaternaris (Mas, 2013a,b; Mas *et al.*, 2014).

6. Patrimoni geològic

El *patrimoni geològic* està constituït pel conjunt de recursos naturals geològics de valor científic, cultural i/o educatiu, ja siguin formacions i estructures geològiques, formes del terreny, minerals, roques, meteorits, fòssils, sòls i altres manifestacions geològiques que permeten conèixer, estudiar i interpretar: a) l'origen i evolució de la Terra, b) els processos que l'han

modelada, c) els climes i paisatges del passat i present, i d) l'origen i l'evolució de la vida (Llei 42/2007, del patrimoni natural i biodiversitat).

Un lloc d'interès geològic (LIG) és un element del patrimoni geològic d'interès, pel seu caràcter únic i/o representatiu, per l'estudi i interpretació de l'origen i evolució dels grans dominis geològics, incloent els processos que els han modelat, els climes del passat i la seva evolució paleobiològica. Per extensió també s'aplica a l'àrea delimitada que aquest ocupa. Aquestes àrees hauran de mostrar, de manera suficientment contínua i homogènia en tota la seva extensió, una o diverses característiques notables i significatives del patrimoni geològic d'una regió natural (Díaz-Martínez *et al.*, 2008; García-Cortés i Carcavilla, 2009). Aquesta definició era també vàlida per a l'anterior denominació de punt d'interès geològic (PIG), denominació ara ja desaconsellada per no haver estat recollida en la vigent Llei 42/2007 de patrimoni natural i biodiversitat.

La valoració de l'afiorament d'Inca s'ha de realitzar des d'una triple vessant: i) el seu valor intrínsec (científic, geològic), ii) el valor lligat a la potencialitat d'ús social (didàctic, divulgatiu), iii) la valoració lligada a la necessitat de protecció (Cendrero, 1996; García-Cortés i Carcavilla, 2009) (fig. 9).

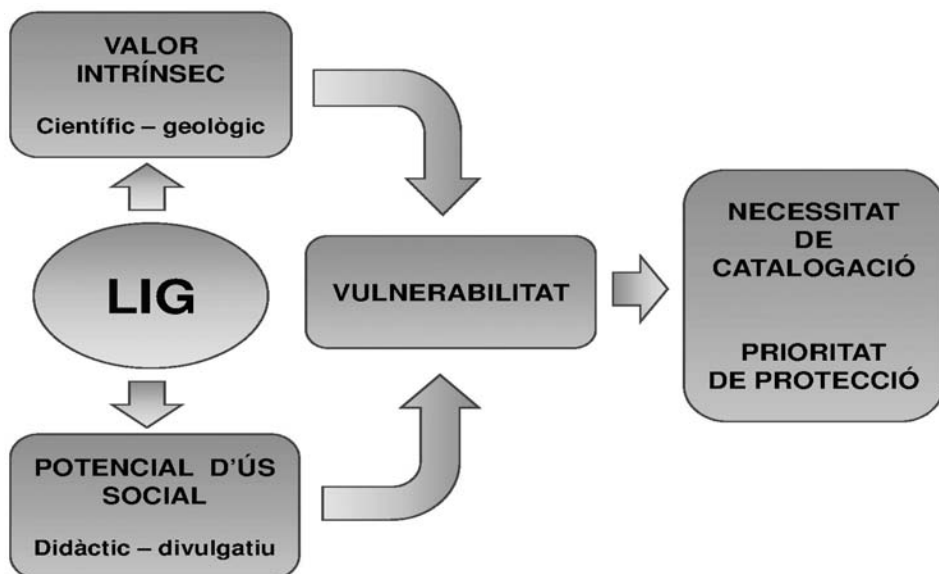


Figura 9. Esquema i components d'un lloc d'interès geològic (LIG) i la seva geoconservació

No obstant això, la necessitat o prioritat de protecció és un paràmetre a valorar un cop que s'hagin valorat els llocs pel seu interès intrínsec i de potencialitat d'ús, i això d'acord amb dos arguments: i) la prioritat de protecció és un aspecte crític a l'hora de proposar mesures a adoptar per les administracions competents de la gestió del patrimoni, per la qual cosa ha de tenir un tractament diferenciat i fàcilment comprensible pels seus responsables i tècnics; ii) en la valoració de la necessitat de protecció influeixen alguns paràmetres (com la proximitat a poblacions o la facilitat d'accés) que són comuns a la valoració de la potencialitat d'ús, però que juguen en sentit contrari, cosa que pot produir resultats equívocs si no es valoren per separat (García-Cortés i Carcavilla, 2009).

7. Potencial d'ús social

Actualment un dels principals objectius a les assignatures de ciències, que es recull als respectius currículums, és formar els alumnes a través del treball experimental en el qual han de tenir un paper protagonista en el procés d'ensenyament-aprenentatge.

En el cas de la geologia representa un repte poder trobar llocs on es puguin observar estructures geològiques senzilles que permetin als alumnes actuar com a geòlegs. En el cas de la zona d'estudi es tracta d'un tall geològic que ens permet treballar amb els alumnes diversos aspectes bàsics de la geologia i adaptar-los als diferents nivells educatius (programacions específiques).

L'aflorament presenta un clar potencial didàctic des dels enfocaments:

- *Estratigràfic*: per la seqüència visible al tall geològic (vegeu apartats 3 i 4 del present treball).
- *Morfoestructural*: influència i resultats de l'acció de la falla de Sencelles (vegeu apartat 5 d'aquest treball).
- *Paleontològic*: per la possibilitat de visualitzar diferents tipus de restes fòssils. La unitat pliocena mostra gran quantitat de fòssils marins fàcilment visualitzables *in situ* (vegeu apartat 3).
- *Històric-geològic*: com a recurs per explicar i interpretar esdeveniments de la història geològica local, regional i global de la Mediterrània (vegeu apartats 1 i 4).
- *Paleoambiental*: exemplifica canvis ambientals ocorreguts a Mallorca i a la Mediterrània ara fa 5,9-5,3 milions d'anys (vegeu apartat 4).

Els diferents aspectes geològics que es poden treballar a l'aflorament pertanyen a diverses rames de la geologia (paleontologia, estratigrafia, història geològica...), això ens permetrà recollir i correlacionar diferents tipus de dades amb la finalitat d'aconseguir amb l'alumne una interpretació global.

Aquesta proposta educativa es pot adaptar tant als continguts curriculars d'assignatures de l'ensenyament secundari i batxillerat així com als continguts d'ensenyaments superiors universitaris (Geologia, Geografia física, Ciències de la Terra, Biologia, Geomorfologia, Gestió i Planificació de Patrimoni Natural...).

Material recomanat: lupa (x10 augments), carpeta dura, paper preferentment quadriculat, llapis, mapes geològics (Barnolas *et al.*, 1991) i topogràfics locals.

Per a la programació específica i desenvolupament de continguts es pot fer ús de la descripció i caracterització proporcionada en el present treball.

A causa de la seva ubicació en la mateixa carretera per la qual circulen molts cotxes, es recomana l'ús de guardapits reflectors i que la visita es realitzi en grups petits. En el cas dels centres educatius seria recomanable aprofitar les hores de desdoblament d'alumnes, d'aquesta forma es podrà realitzar la visita amb una millor seguretat.

8. Geoconservació

La *geoconservació* fa referència a la conservació del patrimoni geològic i la geodiversitat (Díaz-Martínez *et al.*, 2008). El patrimoni geològic forma part del patrimoni natural que cal conservar (Llei 42/2007). El sistema més important de conservació del patrimoni geològic és la protecció, entesa com el procés pel qual es delimita un espai natural, la gestió del qual té com a objectiu primordial la conservació dels seus valors naturals.

Un dels principals problemes als quals s'enfronta la geoconservació és l'excessiu desconeixement que existeix a la nostra societat sobre els processos geològics i els seus resultats, fins al punt d'ignorar la seva relació amb la biodiversitat, o el seu valor com a part del patrimoni natural (Guillen-Mondejar in Díaz-Martínez *et al.*, 2008). Per això es consideren adients tots els esforços en pro de l'ensenyament i/o difusió sobre el coneixement i característiques de l'aflorament que ara ens ocupa.

Atès l'alt valor intrínsec-científic de l'aflorament, així com el potencial d'ús social (didàctic-educatiu), tot unit a una alta vulnerabilitat, es proposa la catalogació de l'aflorament com a lloc d'interès geològic (LIG), com a element patrimonial del municipi d'Inca, dins la Xarxa Balear de Patrimoni Geològic i Hidrogeològic (Conselleria de Medi Ambient).

9. Conclusions

- L'aflorament de Son Bordils ens mostra el contacte entre una unitat inferior, corresponent al moment de la crisi de salinitat mediterrània (Messinià terminal erosionat), i una unitat superior, corresponent als sediments de la posterior reinundació de la Mediterrània per la mar del Pliocè.
- L'estructura i disposició de l'aflorament (estructura transversal significativament elevada i lleugerament flexionada) podria estar condicionada per la seva coincidència amb un sector d'esqueixament transversal del terreny associat a una zona de xoc direccional de la falla de Sencelles (estructures *push-up*).
- L'aflorament de sa pleta de Son Bordils constitueix un important LIG del municipi d'Inca, amb interès intrínsec (científic-geològic) i potencial d'ús social (didàctic-divulgatiu). LIG a afegir als altres proposat formalment als inventaris de LIG de les Illes Balears.

10. Referències bibliogràfiques

- [1] Barnolas, A. (dir.). (1991): *Mapa Geològic de España. Escala 1:50:000*. Hoja: 671 (39-26) Inca. Segunda serie - Primera Edición. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). Madrid. 68 pp. + 1 map.
- [2] Benedicto, A. (1994): Geología de la Cubeta de Inca (Mallorca): cartografía geológica e interpretación de los datos del subsuelo. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37, 15-25.
- [3] Benedicto, A., Ramos, E., Casas, A., Sàbat, F., Baron, A. (1993): Evolución tectosedimentaria de la cubeta neógena de Inca (Mallorca). *Rev. Soc. Geol. España*, 6, 167-176.
- [4] Cendrero, A. (1996): "El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización", *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. pp. 17-38. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA).
- [5] Cita, M. B. (1973): Mediterranean evaporite: Paleontological arguments for a deep-bassin desiccation model. In: Drooguer, C.W (ed.). *Messinian events in the Mediterranean: colloquium held in Utrecht, March 2-4, 1973*; North-Holland Publishing Co., Amsterdam.
- [6] Díaz-Martínez, E., Guillén, F., Mata, J.M., Muñoz P., Nieto L. M., Pérez, F., De Santisteban C. (2008): "Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad", *Geo-Temas*, 10: 1311-1314.
- [7] Duran-Valsero, J. J. (2006): *Illes d'Aigua: Patrimoni Geològic i Hidrogeològic de les Illes Balears*, Madrid: Instituto Geològic y Minero de España-Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear. 251 pp.
- [8] Esteban, M. (1979): "Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.

- [9] Fornós, J. J. (1983): *Estudi sedimentològic del Miocè terminal a l'illa de Mallorca*, Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. 228 pp.
- [10] Fornós, J. J., Pomar, L. (1983): "Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo Terminal"). In: Pomar, L., Obrador, J., Fornós, J., Rodríguez-Perea, A. (eds.): *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983*. Grupo Español de Sedimentología. pp 177-206. Palma de Mallorca.
- [11] Fornós, J. J., Marzo, M., Pomar, L., Ramos-Guerrero, E., Rodríguez-Perea, A. (1991): *Evolución tectono-sedimentaria y análisis estratigráfico del Terciario de la Isla de Mallorca*, I Congreso del Grupo Español del Terciario. Libro-Guía Excursión nº 2. Ed. F. Colombo. 145 pp. Vic.
- [12] García-Cortes, A., Carcavilla, L. (2009): *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELEG). Versión 12. 18-05-2009*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia e Innovación. 61 pp. <http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V12.pdf>
- [13] García-Yagüe, A., Muntaner, A. (1968): *Estudio hidrogeológico del llano de Palma*. Ministerio de Obras Públicas. D.G.O.P. i S.G.O.P. 3 toms. Madrid.
- [14] Gelabert, B. (1998): *La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Memorias. Madrid. 129 pp.
- [15] Hsü, K. J., Cita, M. B., Ryan, W.B.F. (1973): The Origin of the Mediterranean Evaporites. In Ryan, W.B.F, Hsu, K. J., et al., *Init. Repts. DSDP*, 13, Pt. 2: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 1203-1231.
- [16] Hsü, K. J., Montadert, L., Bernoulli, D., Cita, M.B., Garrison, R.E., Kidd R. B., Meleries, F., Muller, C., Wright, R. (1977): History of the Mediterranean Salinity Crisis. *Nature*, 267: 399-403.
- [17] Hsü, K. J., Montatadert, L. et al. (1978): *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 42A, US Govt. Printing Office, Washington. 1249 p.
- [18] Krijgsman, W., Hilgen, F. J., Raffi, I., Sierro, F. J., Wilson, D. S. (1999): Chronology, causes and progresion of the Messinian salinity crisis. *Nature*, 400: 652-655.
- [19] Manzi, V., Gennari, R., Hilgen, F., Krijgsman, W., Lugli, S., Roveri, M., Sierro, F.J. (2013): Age refinement of the Messinian salinity crisis onset in the Mediterranean. *Terra Nova*, 0: 1-8.
- [20] Mas, G. (2011): "La pedrera des Monjos: 4 milions d'anys d'història geològica de Mallorca i la Mediterrània. De la crisi de salinitat messiniana a les platges i dunes del Pliocè-Quaternari", *Actes de les III Jornades d'Estudis Locals de Porreres, 2010. Col·lecció Patrimoni de Porreres*, 12. Ajuntament de Porreres, 51-60.
- [21] Mas, G. (2013a): "Efectes de desplaçament plioquaternari de la falla de Sencelles en relació amb la conca sedimentaria d'Inca." *XIII Jornades d'Estudis Locals d'Inca, 2012*. Inca, 23-24 de novembre de 2012. Ajuntament d'Inca, 19-29.
- [22] Mas, G. (2013b): "Evidències de desplaçament direccional de la falla de Sencelles (Mallorca)". In: Pons, G. X., Ginard, A. i Vicens, D. (eds.) *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 50-52.
- [23] Mas, G. (2014): *La sedimentació tipus Lago Mare (Messinià terminal) i la transgressió del Pliocè a la conca de Campos (Mallorca, Illes Balears). Relació amb la crisi de salinitat a la Mediterrània*. Memòria d'investigació. Departament de Ciències de la Terra de la UIB.
- [24] 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. Segunda reunión ibérica sobre fallas activas y paleosismología, Lorca (Murcia, España)*, 47-50.
- [25] Mas, G., Fornós, J. J. (2006): "Aportacions al coneixement del Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental)", *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 67-81.
- [26] Pomar, L., Marzo, M., Barón, A. (1983): El Terciario de Mallorca. In: Pomar, L., Obrador, J., Fornós, J., Rodríguez-Perea, A. (eds.): *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983*. Grupo Español de Sedimentología, 21-44.
- [27] Silva, P. G., González Hernández, F.M., Goy, J. L., Zazo, C. & Carrasco, P. (2001): Paleo and historical seismicity in Mallorca (Balears, Spain): a preliminary approach. *Acta Geol. Hisp.*, 36 (3-4), 245-266.
- [27] Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C., Jiménez, J., Fornós, J. J., Cabero, A., Bardají, T., Mateos, R., González Hernández, F.M., Hillarie-Marcel, C., Bassam, G. (2005): Mallorca Island: Geomorphological evolution and neotectonics. In: Desir, G., Gutiérrez, F. & Gutiérrez, M. (eds.). *Sixth International Conference on Geomorphology. Zaragoza, September 2005. Field Trip Guide. Vol. II*, 433-472.