

Exploracions recents de jaciments permotriàsics de Catalunya i presentació de la carta paleontològica dels períodes permia i triàsic

Josep Fortuny,* Eudald Mujal** i Albert Vidal***

Introducció: context geològic i històric

Fa uns 300 milions d'anys, a finals del període carbonífer, els grans boscos tropicals d'Europa i d'Amèrica del Nord van començar a desaparèixer i van continuar fent-ho durant el període permia. Aquest canvi en l'ecosistema va provocar la desaparició de la majoria de grups d'amfibis i formes pròximes, dominants en els ecosistemes. Durant el permia, fa entre 300 i 252 milions d'anys aproximadament, els rèptils basals van radiar i van dominar el medi continental. Aquests nous ecosistemes van ser complexos, especialment a finals del període, però ràpidament van desaparèixer amb l'extinció massiva de finals del permia. Aquest esdeveniment va ésser la major extinció en massa de tots els temps, causant de la desaparició del 90% de les espècies, amb un percentatge lleugerament superior al medi marí que al medi continental. Aquest elevat percentatge de de-

saparició contrasta amb l'extinció de finals del cretaci (extinció dels dinosaures), en què va sobreviure el 50% de les espècies. Més important encara, aquest fet va implicar que els fundadors disponibles per recuperar els ecosistemes després d'aquesta biocrisi fossin molt menys diversos i que molts grups d'animals i plantes desapareguessin per sempre. Les causes de l'extinció de finals del permia encara es debaten, amb dues hipòtesis fonamentals: un impacte de meteorit, una crisi ambiental deguda a la gran activitat volcànica que es va produir o ambdues hipòtesis conjuntes (Benton, 2008).

A principis del triàsic, un període comprès aproximadament entre els 250 i els 200 milions d'anys, el món estava poc habitat, amb una multitud de nínxols ecològics vacants i poques espècies per ocupar-los. De fet, la gran biocrisi de finals del permia i la seva posterior recuperació van provocar que un gran nombre de grups d'espècies que fins aleshores eren poc dominants a l'ecosistema poguessin radiar

* Institut Català de Paleontologia M. Crusafont.

** Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona.

*** Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Departament de Cultura.

i ocupar nínxols ecològics nous. Aquest fet va provocar que una part important dels llinatges, dels quals tenim representació avui dia, fessin la seva primera aparició o iniciessin la seva radiació durant el triàsic (Ezcurra, 2010). Tot plegat va provocar que els supervivents de l'extinció de finals del permia reconquerissin els medis marins i continentals, però van ser necessaris diversos milions d'anys per reconstruir els ecosistemes, ja que la recuperació va ser lenta. Després de l'extinció en massa, un grup de sinàpsids (el grup que va acabar donant lloc al nostre propi, els mamífers) va radiar i els eucinodonts van assumir un paper important en els ecosistemes terrestres, juntament amb un grup de rèptils anomenats arcosauromorfs. Aquest darrer grup va tenir un paper cabdal per a la història del planeta i avui dia perden dos grups importants d'arcosauromorfs: els cocodrils i els ocells. Els arcosauromorfs van radiar durant el triàsic inferior i mitjà i cap a finals del triàsic un altre grup d'arcosauromorfs va començar el seu regnat: els dinosaures, que van dominar els ecosistemes terrestres fins a finals del cretaci.

El registre fòssil de faunes de vertebrats de finals del permia i del triàsic és ben conegut a la plataforma russa i a Sud-àfrica, mentre que a Europa el registre fòssil és dispar. Si bé existeixen abundants jaciments del permia inferior i del triàsic mitjà i superior a Europa Central, en general hi ha pocs afloraments que ens mostrin com eren els ecosistemes abans de la gran extinció en massa de finals del permia i com va ser la recuperació posterior de principis del triàsic.

La península Ibèrica no ha estat una excepció, tot i que en el seu cas es deu especialment a la manca de mostreig dels afloraments que puguin contenir restes fòssils d'aquests períodes, ja que existeixen afloraments abundants i diversos del permia i del triàsic (a Catalunya, especialment a la zona Pirinenca i en menor mesura a la Serralada Prelitoral Catalana). L'estudi del permia i el triàsic a la península Ibèrica, i en especial a Catalunya, és molt important perquè pot aportar dades d'alta rellevància internacional per saber com eren els ecosistemes abans de la gran extinció en massa de finals del

permia i, alhora, saber quins grups van superar aquesta extinció i van reconquerir els ecosistemes. La situació geogràfica de la península Ibèrica, en contacte amb el continent Africà durant aquests períodes, és crucial per entendre l'evolució dels ecosistemes durant la major biocrisi ocorreguda al planeta i, a més, pot contenir les claus per entendre la recuperació de l'ecosistema i dels grups que posteriorment van dominar el planeta: els dinosaures.

Les raons de la manca de mostreig històric poden ser diverses, però possiblement deriven de l'accessibilitat als afloraments. D'altra banda, històricament s'han invertit més recursos en la recerca d'altres períodes (i grups de vertebrats), ja que són abundants en zones que han sofert canvis de paisatges importants durant els segles XIX i XX. Així, la industrialització i el creixement de pobles i ciutats han permès la troballa d'abundants restes fòssils, mentre que la majoria d'afloraments del permia i el triàsic es concentren en zones amb índexs de població més baixos.

El registre fòssil dels períodes permia i triàsic a Catalunya ha estat investigat de forma intermitent al llarg de la història. Les primeres recerques procedeixen de finals del segle XIX, quan el paleontòleg francès Philippe Édouard Pouletier de Verneuil reporta, l'any 1854, la troballa a Móra d'Ebre de ceratites (*Cephalopodes ammonoideus*), a la zona de Camposines – Sant Jeroni, que es converteix en el primer jaciment del triàsic estudiat a la península Ibèrica i estudiat per diversos investigadors al llarg del temps (vegeu Virgili, 1958 i Fortuny *et al.*, 2011a).

A començaments del segle XX destaquen els treballs del geòleg francès Marius-Gustave Dalloni (1930), amb troballes de mol·luscs gasteròpodes i bivalves de la Formació Pont de Suert (Muschelkalk superior) al mantell de les serres marginals del Prepirineu de Lleida, i també la troballa i la identificació d'*Equisetum arenaceum* (pteròfita) als gresos vermells de la facies Buntsandstein (Virgili, 1958).

L'any 1933, els doctors Noel Llopis Lladó i Josep Fernández de Villalta descobreixen peixos fòssils (fauna ictiològica) i fauna invertebrada marina a Centelles, a la facies Muschelkalk

(Llopis-Lladó, 1942; Almela, Llopis-Lladó, 1948; Fortuny *et al.*, 2011a).

Posteriorment, el 1963 es tenen les primeres notícies de troballes de fòssils a les pedreres d'Alcover i Mont-ral, concretament empremtes de peixos trobades per treballadors de les pedreres de calcàries litogràfiques de la fàcies Muschelkalk superior, corresponents a les acaballes del triàsic mitjà (ladinià superior). Les primeres cites són les dels doctors Via-Boada i Villalta (1966) i Villalta i Via-Boada (1966), que informen de les troballes d'exemplars notables de limúlids i de la primera resta de peix celacàntid reconegut, i posteriorment cal destacar els treballs de fauna ictiològica de la doctora Beltan (1972, 1975, 1984) i la descripció d'un rèptil amb aparença aviforme (Ellenberger i Villalta, 1974; Villalta i Ellenberger, 1974; Ellenberger, 1977, 1978), que després fou descrit com a membre del grup dels rèptils prolacertiformes (Sanz i López-Martínez, 1984). També destaquen la primera síntesi faunística del jaciment i l'estudi detallat de decàpodes de Via-Boada i Villalta (1975), l'estudi paleoecològic de Via Boada, Villalta i Esteban Cerdà (1977) i la troballa d'una gran quantitat de rèptils marins (sauropterigis) (Rieppel i Hagdorn, 1998). En conjunt, es tracta d'un *Fossil-Lagerstätten* per la riquesa i la preservació excepcional de la fauna trobada en aquests afloraments, tot i els problemes derivats de la dolomitació, que provoca que la matèria orgànica no s'hagi preservat i les restes fòssils hagin perdut múltiples detalls morfològics, cosa que en dificulta sovint l'estudi taxonòmic (Hemleben i Freels, 1977).

A finals de l'any 1986, David Brusiva va trobar dues ofiures a les calcàries de la fàcies Muschelkalk superior de la pedrera abandonada d'en Rogent, a Collbató, i a finals del 1987 el doctor Jaume Gallemí va trobar més ofiures i altres equinoderms, entre els quals destaquen, per la seva excepcionalitat, les holotúries, així com una dent i una vèrtebra de rèptil duròfag (Smith i Gallemí, 1991; Fortuny *et al.*, 2011a).

Al massís del Montseny, en fàcies Muschelkalk (triàsic mitjà-superior), Sanz (1983) va trobar mostres de rèptils marins notosaures i també al Montseny Calzada (1987) va des-

criure abundants i diverses petjades de rèptils, gràcies a les troballes realitzades conjuntament amb Joan Viader, que van permetre reconèixer la presència dels icnogèneres *Chirotherium* (tradicionalment assignat a arcosauromorfs) i *Rhynchosauroides* (assignat a formes reptilianes de tipus lepidosauriforme), a més de la possible presència de l'icnogènere *Synaptichium* (assignat a arcosauromorf). Posteriorment, el material recollit per l'equip del Museu del Seminari Conciliar de Barcelona es va revisar i es van afegir nous icnotaxons als prèviament descrits: *Isochirotherium*, *Dicynodontipus*, *Rotodactylus* i la possible presència de *Procolophonichnium* (Valdisserrí *et al.*, 2009).

Robles i Llompart (1987) van citar la troballa d'icnites associades, per aquests autors, a amfibis (laberintodonts) o rèptils (cotilosaures), així com a altres tipus de rèptils en gresos d'aquestes fàcies, d'edat atribuïda al permí superior a la zona de Palanca de Noves, municipi de Ribera d'Urgellet (Alt Urgell). Aquestes icnites van ser les restes fòssils de vertebrats més antigues citades fins al moment a la península Ibèrica.

Just després dels treballs de Robles i Llompart, l'any 1990 dos excursionistes, Emili Ramon i Pere Font, descobreixen a la zona del Pla de la Calma, al terme de Tagamanent, en gresos rojos de la fàcies Buntsandstein (triàsic mitjà, anisià inferior-mitjà), un conjunt d'ossos, inclosa una llosa amb un esquelet parcial articulat (fig. 1) i n'informen el Museu de Granollers - Ciències Naturals. El seu conservador, Antoni Arrizabalaga, es posa en contacte amb el Servei d'Arqueologia de la DGPC, el qual, al seu torn, contacta amb el paleontòleg José Vicente Santafè, de l'Institut de Paleontologia de Sabadell, que envia uns joves Rodrigo Gaete i Àngel Galobart a investigar la troballa.

El risc de degradació de les restes del jaciment van motivar una intervenció d'urgència en què es va realitzar una excavació, que es va dur a terme entre els dies 27 i 29 de juny del 1990, dirigida pels paleontòlegs Rodrigo Gaete i Àngel Galobart. Posteriorment a aquesta intervenció, durant els anys noranta es va realitzar una tasca important de restauració de les restes òssies recuperades al jaciment de la

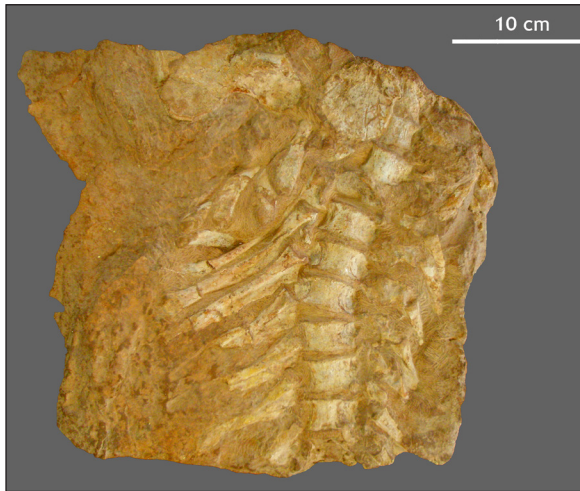


Figura 1. Esquelet parcial articulat de capitosaure (*Amphibia: Temnospondyli*) trobat l'any 1989 al jaciment de la Mora (Tagamanent, Vallès Oriental) en fàcies continentals Buntsandstein corresponents al triàsic mitjà (anisià inferior - mitjà) i dipositat al Museu de Ciències Naturals de Granollers

Mora, es va realitzar una exposició dedicada a les troballes (Galobart, 1995; Fortuny *et al.*, 2011b) i es van publicar diversos treballs científics (Gaete *et al.*, 1993, 1994, 1996).

Les tasques de prospecció i excavació als afloraments i jaciments del permia i el triàsic de Catalunya es van reprendre amb força a partir de l'any 2008 com a conseqüència de la realització d'una tesi doctoral (Fortuny, 2011), que va ser la tercera tesi doctoral sobre el triàsic de Catalunya, després de les realitzades per Carmina Virgili (1958) i Mariano Marzo (1980).

Intervencions recents als afloraments del permia i el triàsic de Catalunya. Objectius i projectes

L'any 2008 va suposar un punt d'inflexió en els treballs de camp realitzats als afloraments del triàsic de Catalunya. Aquest any es va presentar a l'Àrea de Coneixement i Recerca de la Direcció General de Patrimoni del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya el projecte anomenat "Projecte d'investigació

dels afloraments triàsics amb fauna de vertebrats de Catalunya 2008-2011", dirigit per Àngel Galobart i portada a terme per Josep Fortuny, que va ser la base per la realització de la tesi doctoral d'aquest últim. Gràcies a aquest primer projecte, es van poder portar a terme i finançar campanyes sistemàtiques per explorar els jaciments i els afloraments clàssics que havien lliurat restes de vertebrats. A més, el projecte presentava com a segon objectiu cercar afloraments nous susceptibles de contenir restes fòssils de vertebrats. Les primeres tasques es van enfocar especialment a les fàcies Buntsandstein, de tipus continental, fent servir com a punt de partida les troballes realitzades els anys noranta al massís del Montseny, i també es va fer una nova campanya d'excavació al jaciment de la Mora l'any 2008. A partir d'aquest punt, les campanyes de prospecció es van estendre al llarg de la conca catalana, però també fins a la conca pirinenca, i van abastar també afloraments en fàcies Muschelkalk. En conjunt, aquest primer projecte va derivar en la realització de nombroses prospeccions i excavacions a diverses comarques de Catalunya, entre les quals destaquen el Vallès Oriental, Osona, el Vallès Occidental, la Ribera d'Ebre, el Solsonès o la Noguera, en ambients de tipus continental i marí amb edats compreses entre l'anisià (triàsic mitjà) i el carnià (triàsic superior), que van permetre recuperar centenars de restes òssies assignades a peixos (actinopterigis), amfibis (capitosaures) i rèptils (pararèptils i arcosauromorfs), així com també la troballa de multitud de nivells amb icnites en fàcies Buntsandstein, especialment a l'àrea del Montseny (Fortuny i Galobart, 2010; Fortuny, 2010, 2011; Cartanyà *et al.*, 2011, 2015; Fortuny *et al.*, 2011a, 2012, 2014; Garcia-Artigas *et al.*, en preparació).

Un cop finalitzat aquest projecte, l'any 2011, i amb els resultats satisfactoris obtinguts, l'any 2012 es va endegar un nou projecte, anomenat "Vertebrats del permia i el triàsic de Catalunya i el seu context geològic", presentat per Josep Fortuny, Arnau Bolet i Àngel Galobart, hereu del projecte anterior i pretenia continuar fent intervencions sistemàtiques als afloraments del triàsic de Catalunya, però alhora incloure

en aquesta recerca els afloraments del permia continental. Aquest projecte va servir de base per a l'inici d'una nova tesi doctoral, per part d'Eudald Mujal, per a l'estudi del registre fòssil del permia i el triàsic a la conca pirinenca, actualment en curs. La incorporació del permia en les tasques de camp era el pas natural, donat que les fàcies corresponents al permia continental solen estar molt lligades al triàsic i és difícil, de vegades, separar les diferents fàcies i les edats corresponents. Fins aquell moment, l'estudi del permia a Catalunya també era molt residual i les campanyes en afloraments del permia a la conca pirinenca van permetre la troballa de jaciments importants, especialment d'icnites a la part més baixa de la sèrie permiana (permia inferior; Mujal *et al.*, 2013, 2014a, b, 2016a), però també de restes òssies i d'icnites en fàcies del triàsic de la mateixa conca pirinenca (Fortuny *et al.*, 2013; Mujal *et al.*, 2014a, b, 2016b; Ronchi *et al.*, 2015) i de noves icnites a la conca catalana (Mujal *et al.*, 2015).

Aquest projecte va tenir una durada de només dos anys, a causa dels canvis en l'avaluació i el finançament dels projectes de recerca en l'àmbit de l'arqueologia i la paleontologia catalanes, motiu pel qual l'any 2014 va entrar en funcionament el projecte "Evolució dels ecosistemes amb faunes de vertebrats del permia i el triàsic de Catalunya", dirigit per Josep Fortuny i vigent fins a l'any 2017. Els objectius d'aquest darrer projecte són la cerca de jaciments nous i la caracterització de les faunes de vertebrats i paleoecosistemes del permia i el triàsic de Catalunya, així com també la contextualització geològica per establir la successió litostratigràfica de referència que contingui els jaciments de vertebrats i els treballs de sedimentologia enfocats a realitzar reconstruccions paleoambientals. Finalment, la integració de totes aquestes dades permetrà establir correlacions amb altres conques de la península Ibèrica i europees.

En conjunt, aquests projectes han permès recuperar centenars de restes fòssils de vertebrats, inclosos peixos, amfibis i rèptils, gràcies a intervencions de tipus prospecció i excavació. En el cas dels jaciments d'icnites, com que tractava d'unes estructures sovint efímeres, se n'ha pogut realitzar en la majoria dels casos

una documentació gràfica i plàstica, que inclou motlles de silicona (fig. 2), models tridimensionals a partir de fotogrametria i la seva recuperació física quan es trobaven *ex situ* o en perill greu de desaparèixer. A més, les intervencions han permès recollir dades importants de caràcter geològic (magneto-, bio-, estratigràfiques, sedimentològiques, cartogràfiques, etc.), que permeten donar un context cronològic i paleoambiental de detall dels diferents jaciments i afloraments.

A tall de resum, a continuació es presenten cronològicament les àrees intervingudes a partir de l'any 2008 als afloraments del permia i el triàsic de Catalunya.

- 2008: excavació al jaciment triàsic de la Mora (Tagamanent, el Vallès Oriental).

- 2009: prospecció als afloraments del triàsic de Tagamanent, Figaró-Montmany i Aiguafreda (el Vallès Oriental), el Brull, Seva, Centelles i l'Abella - Sant Martí de Centelles (Osona), Odèn (el Solsonès), les Avellanes i Santa Linya (la Noguera), Castellar del Vallès (el Vallès Occidental), Mora d'Ebre (Ribera d'Ebre) i Palma de Cervelló (el Baix Llobregat).

- 2010: excavació al triàsic marí d'Odèn (el Solsonès) i al triàsic continental de la Mora (Tagamanent, el Vallès Oriental) i prospecció al sector d'Olesa de Montserrat (el Baix Llobregat).

- 2011: excavació al triàsic marí de Vilanova de la Sal (les Avellanes i Santa Linya, (la Noguera)) i Móra d'Ebre (Ribera d'Ebre).

- 2012: prospecció al permocarbonífer, el permia i el triàsic de Baro, Soriguera i Estac, al Baix Pallars (el Pallars Sobirà); la Torre de Cabdella i Sarroca de Bellera (el Pallars Jussà); el Pont de Suert (l'Alta Ribagorça); les Valls d'Aguilar, la Vansa i Fórnols, i Ribera d'Urgell (l'Alt Urgell), i Castellar del Vallès (el Vallès Occidental).

- 2013: prospecció al permia i el triàsic de Soriguera i Estac, al Baix Pallars (el Pallars Sobirà); la Torre de Cabdella, Sarroca de Bellera (el Pallars Jussà); El Pont de Suert (l'Alta Ribagorça); Montferrer i Castellbó, les Valls d'Aguilar i Ribera d'Urgell (l'Alt Urgell). A Montferrer i Castellbó s'autoritza l'excavació d'una dent de rèptil arcosauromorf al jaciment del Port del Cantó.



Figura 2. Documentació plàstica d'icnites localitzades en fàcies continentals Buntsandstein a la conca pirinenca (triàsic inferior - mitjà) per tal d'obtenir motlles de silicona de les icnites

- 2013: intervenció d'urgència de documentació i preservació al jaciment del triàsic de Palanca de Noves (Ribera d'Urgellet, l'Alt Urgell), confecció de motlles d'icnites en previsió del seu deteriorament a causa de les inclemències meteorològiques.

- 2014: prospecció i documentació als jaciments del triàsic continental de Montferrer i Castellbó (l'Alt Urgell) i Soriguera (el Pallars Jussà) –jaciment del Port del Cantó–, Sarroca de Bellera (el Pallars Jussà) –jaciment de Buirà–, excavació al jaciment del permocarbonífer de Coll de Sas (Sarroca de Bellera, el Pallars Jussà) i prospecció i documentació al permia de Ribera d'Urgellet (l'Alt Urgell) –jaciment de Coll de Terrers.

- 2014-2015: intervenció preventiva de control i seguiment de maquinària al jaciment del triàsic de Palanca de Noves (Ribera d'Urgellet, l'Alt Urgell), a causa de la construcció d'un camí d'accés a una guixera de nova construcció.

- 2014: intervenció d'urgència (excavació) d'una segona dent de rèptil arcosauromorf al jaciment del triàsic continental del Port del Cantó (Montferrer i Castellbó, l'Alt Urgell).

- 2015: prospecció al sector d'Erillcastell-Malpàs-Peranera (l'Alta Ribagorça), Castellar de n'Hug (el Berguedà) i les Avellanes i Santa Linya (la Noguera) en afloraments del carbonífer, el permia i el triàsic.

Actualització de l'inventari de jaciments paleontològics del permia i del triàsic de Catalunya

En aquests moments, a principis de l'any 2015, amb la integració de la informació dels informes i les memòries de les intervencions, podem dir que l'Inventari del Patrimoni Cultural Català Immobile corresponent als jaciments pa-

leontològics dels períodes permia i triàsic, és a dir, la carta paleontològica catalana d'aquests dos períodes, està pràcticament revisat i actualitzat, amb un total de trenta-dos jaciments (fig. 3, taula 1), a l'espera d'afegir-hi els recentment descoberts a l'àrea de Guardiola de Berguedà i Castellar de n'Hug.

Quan l'any 1994 s'inicia la inclusió dels jaciments paleontològics en l'inventari, el Servei d'Arqueologia i Paleontologia va optar per realitzar un abocament bibliogràfic amb suport de paleontòlegs externs, i és a partir del 2008 que, amb la inclusió d'un paleontòleg al Servei, s'inicia la feixuga tasca de revisió de criteris de valoració de jaciments fitxa per fitxa.

Abans del 2010 només hi havia inventariats cinc jaciments del llistat actual: Alcover, Mont-ral, Baro i la Mora 1 i 2. En la revisió feta el 2011, els jaciments d'Alcover i Mont-ral es van agrupar en un de sol, amb la qual

cosa el llistat es va reduir a quatre. Les fitxes originals d'Alcover, Mont-ral i Baro corresponien a abocaments bibliogràfics, mentre que les de la Mora 1 i 2 responien a la troballa de l'amfibi temnospòndil de tipus capitosauire i a la informació aportada per la memòria de la intervenció d'excavació autoritzada a l'ICP Miquel Crusafont per la Direcció General l'any 1990. Aquesta excavació es va actualitzar amb els informes i les memòries de les intervencions dels anys 2008 i 2009.

Les grans campanyes d'exploració de l'ICP Miquel Crusafont tenen com a resultat l'obertura de vint-i-vuit fitxes noves de jaciments paleontològics, sis dels quals (Palanca de Noves, Odèn, Camposines - Sant Jeroni, Riera de Sant Jaume, Gorg Negre i Collbató) tenien referències en publicacions científiques i vint-i-dos són llocs inèdits descoberts en les prospeccions d'aquestes campanyes, si bé els tres jaciments

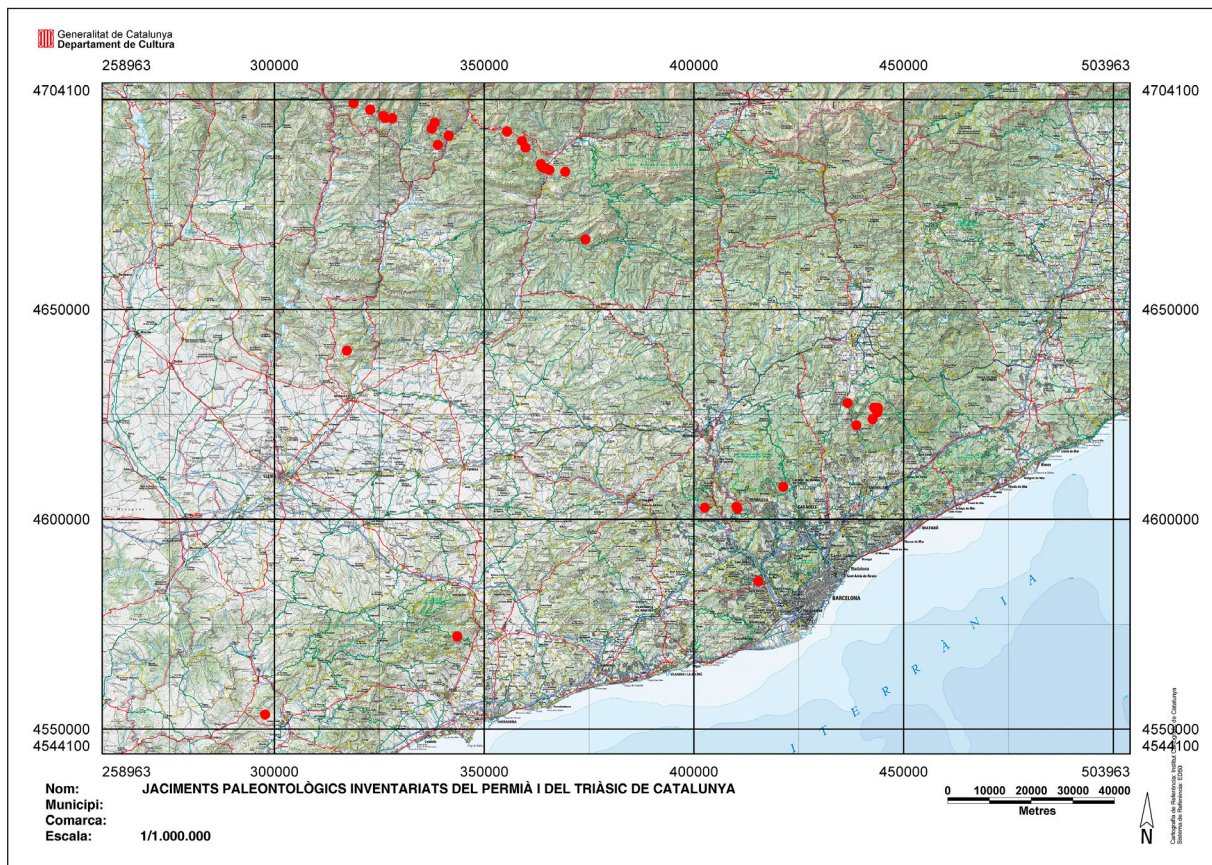


Figura 3. Mapa dels jaciments paleontològics inventariats corresponents al permia i al triàsic de Catalunya. Escala 1/1.000.000

Taula 1. Llistat dels jaciments paleontològics inventariats corresponents al permí i al triàsic de Catalunya

Núm. inv.	Nom	Període	Municipi	Comarca	Àmbit	Paleoambient	Contingut
21571	COLL DE SAS	Carbonífer superior - Permí inferior	Sarroca de Bellera	Pallars Jussà	Pirineu	Continental	Flora
13075	BARO	Carbonífer superior - Permí inferior	Soriguera	Pallars Sobirà	Pirineu	Continental	Flora
20246	PALANCA DE NOVES	Permí - Triàsic inferior - mitjà	Ribera d'Urgellet	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites i restes òssies de rèptils
21042	NOVES POBLE	Triàsic inferior - mitjà	Les Valls d'Aguilar	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21043	CAL PALLARÈS	Triàsic inferior - mitjà	Les Valls d'Aguilar	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21044	CAL PEI	Triàsic inferior - mitjà	Les Valls d'Aguilar	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21564	COLL DE TERRERS	Permí mitjà - superior	Ribera d'Urgellet	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21570	BENÉS - AVELLANOS	Permí inferior	Sarroca de Bellera	Pallars Jussà	Pirineu	Continental	Ícnites d'amfibis i rèptils
21576	EL PORTELL	Permí - Triàsic mitjà	Sarroca de Bellera	Pallars Jussà	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
20960	PEDRERA DEL TURÓ ROIG	Triàsic inferior - mitjà	Pallejà	Baix Llobregat	Serralada Litoral	Continental	Restes òssies indeterminades
21565	ARGESTUES	Triàsic inferior - mitjà	Les Valls d'Aguilar	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21566	GUILS DEL CANTÓ	Triàsic inferior - mitjà	Montferrer i Castellbó	Alt Urgell	Pirineu	Continental	Traces de limúliids
21567	PORT DEL CANTÓ	Triàsic inferior - mitjà	Montferrer i Castellbó - Soriguera	Alt Urgell - Pallars Sobirà	Pirineu	Continental	Restes òssies i ícnites
21569	BUIRA	Triàsic inferior - mitjà	Sarroca de Bellera	Pallars Jussà	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21572	COLLADA DE SALZET	Triàsic inferior - mitjà	Baix Pallars	Pallars Sobirà	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21573	COLLADA DE SANT JAUME	Triàsic inferior - mitjà	Baix Pallars	Pallars Sobirà	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21590	TOSSAL DE POLLERINI	Triàsic inferior - mitjà	El Pont de Suert	Alta Ribagorça	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
21591	BALESTUI	Triàsic inferior - mitjà	Baix Pallars	Pallars Sobirà	Pirineu	Continental	Ícnites de rèptils
12728	ALCOVER - MONT-RAL	Triàsic mitjà	Alcover - Mont-ral - Montblanc	Alt Camp - Conca de Barberà	Serralada Prelitoral	Marí	Restes òssies de peixos, rèptils marins i fauna invertebrada
14201	LA MÓRA 2	Triàsic mitjà	Tagamanent	Vallès Oriental	Serralada Prelitoral	Continental	Restes òssies d'amfibis i rèptils
14202	LA MÓRA 1	Triàsic mitjà	Tagamanent	Vallès Oriental	Serralada Prelitoral	Continental	Restes òssies d'amfibis i rèptils
20249	CAMPOSINES - SANT JERONI	Triàsic mitjà	Móra d'Ebre	Ribera d'Ebre	Serralada Prelitoral	Marí	Restes òssies de peixos i altra fauna marina
20250	RIERA DE SANT JAUME	Triàsic inferior - mitjà	Olesa de Montserrat - Viladecavalls	Baix Llobregat - Vallès Occidental	Serralada Prelitoral	Continental	Restes òssies d'amfibis i rèptils
20946	CORRAL D'EN PERERA	Triàsic mitjà	Tagamanent	Vallès Oriental	Serralada Prelitoral	Continental	Ícnites de rèptils
20947	EL BELLIT	Triàsic mitjà	Tagamanent	Vallès Oriental	Serralada Prelitoral	Continental	Ícnites de rèptils
20948	GORG NEGRE	Triàsic mitjà	Centelles - Seva	Osona	Serralada Prelitoral	Marí	Restes òssies de peixos i altra fauna marina
20950	TAGAMANENT C-17	Triàsic mitjà	Tagamanent - Figaró Montmany	Vallès Oriental	Serralada Prelitoral	Continental	Restes òssies d'amfibis i rèptils
20951	MIMÓ	Triàsic mitjà	Vacarisses	Vallès Occidental	Serralada Prelitoral	Marí	Fauna marina invertebrada
20954	COLLBATÓ	Triàsic mitjà	Collbató	Baix Llobregat	Serralada Prelitoral	Marí	Restes òssies de rèptils marins i fauna invertebrada
20961	PEDRERA DE CAN SALLENT	Triàsic mitjà	Castellar del Vallès	Vallès Occidental	Serralada Prelitoral	Continental	Ícnites de rèptils
21675	COLLCARDÚS	Triàsic mitjà	Viladecavalls	Vallès Occidental	Serralada Prelitoral	Continental	Ícnites de rèptils
20247	ODÈN	Triàsic mitjà - superior	Odèn	Solsonès	Prepirineu	Marí	Restes òssies de peixos, rèptils marins i fauna invertebrada
20248	VILANOVA DE LA SAL	Triàsic mitjà - superior	Les Avellanès i Santa Linya	La Noguera	Pirineu	Marí	Restes òssies de peixos, rèptils marins i fauna invertebrada

d'icnites del terme de Tagamanent són conseqüència de troballes prèvies de Sebastià Calzada i l'equip del Museu Geològic del Seminari Conciliar de Barcelona, en el qual destaca Joan Viader.

A aquestes troballes s'hi afegeix la gran quantitat de jaciments d'icnites d'amfibis i rèptils, unes restes indirectes de gran importància per conèixer aspectes de la vida i, en concret, els paleoambients en què vivien els amfibis i els rèptils continentals. Tenim setze jaciments d'icnites repartits en els àmbits de la Serralada Prelitoral – massís del Montseny i tretze en l'àmbit del Pirineu. Excepte el jaciment de Palanca de Noves, tots els altres dotze jaciments pirinencs han estat descoberts entre el 2012 i el 2014, i tot fa pensar que la llista s'incrementarà en el futur.

Globalment, les dades obtingudes gràcies a les campanyes de camp ens permeten observar diferències importants en el nombre de jaciments segons la seva cronologia (fig. 3). Els jaciments corresponents al permí són menys abundants que els del triàsic, ja que tenim sis jaciments del permí (que en algun cas inclouen ambdós períodes), mentre que del triàsic se'n coneixen vint-i-sis. Si bé els afloraments corresponents al permí han estat molt menys explorats i és altament probable que aquesta xifra augmenti en els propers anys, també és igualment cert que no es coneix cap jaciment permí a la conca catalana, on l'escassetat d'afloraments en dificulta la localització. Per contra, la conca pirinenca presenta un potencial força elevat per a la troballa de jaciments nous del permí gràcies al seu important nombre d'afloraments. Pel que fal al triàsic, els vint-i-sis jaciments descoberts fins al moment es reparteixen equitativament entre les dues conques, amb tretze jaciments descoberts a cada conca, amb predomini dels continentals (dinou) respecte dels marins (set). Entre els jaciments del triàsic destaquen especialment els corresponents al triàsic inferior-mitjà (especialment de l'anisià inferior-mitjà), amb un total de vint-i-quatre jaciments entre les dues conques, mentre que els altres dos són del límit triàsic mitjà-superior (ladinià-carnià), ambdós a la conca pirinenca.

Les intervencions futures als afloraments del triàsic de les dues conques permetran probablement trobar jaciments nous amb restes de vertebrats, especialment en ambients continentals amb presència d'icnites, ja que els jaciments amb contingut potencial de restes òssies són escassos. Futures recerques hauran d'afinar l'edat d'alguns dels jaciments del límit triàsic inferior-mitjà (Mujal *et al.*, 2016b), i també caldria estudiar més detalladament el límit entre el triàsic mitjà-superior per avaluar si hi ha altres afloraments susceptibles de contenir restes fòssils en aquestes edats.

■ Cronologia dels jaciments

El permí

Els jaciments del permí a Catalunya consisteixen exclusivament en medis continentals, a causa de l'absència d'afloraments marins d'aquestes edats, i es troben tots localitzats a la conca pirinenca. El jaciment més antic de Catalunya d'aquest període és probablement el de Coll de Sas (Sarrocà de Bellera), amb una edat aproximada compresa entre el carbonífer superior i el permí inferior. Aquest aflorament va ser descobert l'any 2012 i excavat l'any 2014, i actualment es troba en estudi. En destaca la gran riquesa florística en un estat de preservació excel·lent. També destaca per la seva flora el jaciment de Baro (Soriguera, el Pallars Sobirà), corresponent a fàcies autunianes, situat a la Formació Malpàs i possiblement corresponent també al trànsit carbonífer superior - permí inferior (Talens i Wagner, 1995).

Els jaciments més antics amb restes de vertebrats que es coneixen a Catalunya corresponen als de Benés-Avellanos (Sarrocà de Bellera), amb abundants icnites d'amfibis i rèptils (fig. 4), que estan situats cronològicament a finals del permí inferior. Aquests jaciments estan formats per fàcies fluvials i d'escolament superficial d'aigua, fruit del retreballament de dipòsits volcànics de tipus ignimbrític, i les icnites es troben tant als fons dels dipòsits de canal (principalment marques de natació d'am-

fibis i rèptils basals) com a les zones de plana d'inundació (principalment rèptils i grans sinàpsids), sempre en dipòsits amb presència d'aigua (Mujal *et al.*, 2016a).

Els jaciments de Coll de Terrers (actualment en estudi) i Palanca de Noves són lleugerament més moderns (permia mitjà-superior). Aquest darrer va ser declarat Bé Cultural d'Interès Local (BCIL) l'octubre del 2011 per part del Consell Comarcal de l'Alt Urgell. Molt a prop dels límits del jaciment es va realitzar durant els anys 2014 i 2015 la construcció d'un camí d'accés a una guixera, motiu pel qual es van realitzar un seguiment i un control paleontològic, que van permetre recuperar unes quantes restes òssies i noves icnites de tetràpodes. Cal destacar que aquest aflorament inclou sèrie permiana i triàsica, i que s'han recuperat abundants icnites de tetràpodes de diversos icnotaxons al llarg de tota

la sèrie (Robles i Llompart, 1987, Fortuny *et al.*, 2010; Ronchi *et al.*, 2015; Mujal *et al.*, 2016b).

D'altra banda, tal com ja s'ha mencionat, el juliol del 2015 es varen prospectar afloraments permotriàtics a l'àrea de Guardiola de Berguedà i Castellar de n'Hug (Berguedà). Els resultats preliminars indiquen que són àrees riques en fòssils, especialment en icnites de tetràpodes, probablement del permia inferior, així com també en diverses traces i restes fòssils d'invertebrats, determinants per comprendre l'ambient d'aleshores i entendre la distribució de les faunes. A més a més, hi ha diverses àrees susceptibles de contenir restes òssies. De forma general, aquestes noves àrees són similars als jaciments de Benés-Avellanos i Coll de Terrers. Aquestes troballes encara no consten a les fitxes dels jaciments paleontològics en el moment de finalitzar aquest estudi i, per tant,














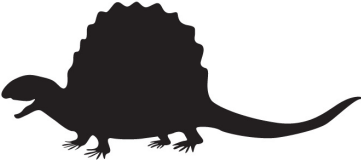
Icnites	Fauna
<i>Batrachichnus salamandroides</i> + <i>Characichnos</i> Tipus A 	Petits temnospondyls 
<i>Limnopus</i> isp. + <i>Characichnos</i> Tipus B 	Grans temnospondyls 
cf. <i>Amphisauropus</i> + <i>Characichnos</i> Tipus C 	Seymouriamorfs 
cf. <i>Ichniotherium</i> 	Diadectomorfs 
<i>Dromopus</i> isp. 	Araeosclèlids i bolosàurids 
cf. <i>Varanopus</i> + <i>Hyloidichnus</i> isp. 	Captorhínids 
<i>Dimetropus leisnerianus</i> 	Pelicosaures 

Figura 4. Diversitat faunística del permia inferior de Catalunya. Icnites dels grups principals presents als afloraments de Benés-Avellanos (Sarrocà de Bellera, Pallars Jussà), en què destaca la presència de diversos grups d'amfibis (temnospondils), amniotes basals (seymouriamorfs i diadectomorfs) i rèptils basals (araeosclèlids, bolosaurids, captorhínids i pelicosaures)

no s'inclouen en les trenta-dues fitxes esmentades prèviament (taula 1).

El triàsic inferior-mitjà continental

La majoria dels jaciments del permia i el triàsic de Catalunya corresponen al triàsic inferior-mitjà, en fàcies Buntsandstein, amb una rellevància especial del triàsic mitjà (anisà inferior-mitjà) d'ambients continentals. El triàsic inferior és extremadament difícil de reconèixer per dues raons principals: un hiatus estratigràfic i/o l'absència de marcadors biostratigràfics a les fàcies corresponents a aquesta edat. Fins al moment, es coneixen molt pocs afloraments on s'hagi pogut determinar amb certesa una edat de triàsic inferior (Dinarès-Turell *et al.*, 2005; Ronchi *et al.*, 2015; Mujal *et al.*, 2016b), i en tots els casos es tracta de la transició entre el final del triàsic inferior i l'inici del triàsic mitjà.

Sens dubte, però, un nombre important de jaciments del triàsic inferior-mitjà continental corresponen a icnites de tetràpodes en nivells de gres rogenç i lutites. D'entre els jaciments d'icnites destaquen el Tossal de Pollerini

(Erillcastell, el Pont de Suert), per la seva preservació excel·lent i per la quantitat i la disposició de les icnites, i el Port del Cantó (àrea d'influència del Parc Natural de l'Alt Pirineu), per la seva extensió i per la quantitat de punts d'icnites, així com per la presència de dents de rèptil arcosauomorfs (fig. 5). Ambdós jaciments es troben actualment en estudi i formen part de la tesi doctoral d'Eudald Mujal.

Pel que fa al triàsic mitjà continental, existeix una gran quantitat de jaciments, entre els que destaquen especialment els de la Mora 1 i 2 (Tagamanent, el Vallès Oriental), per la gran abundància de restes òssies assignades a un amfibi capitosau de grans dimensions (*Calmasuchus acri*) i, en menor mesura, a grups de rèptils i pararèptils com ara procolofònids i arcosauomorfs (Fortuny i Galobart, 2010; Fortuny *et al.*, 2011a, b, c, 2014).

El triàsic mitjà-superior marí

Els jaciments del triàsic marí són en general més escassos, però per contra han estat històricament més estudiats. A causa de la trans-

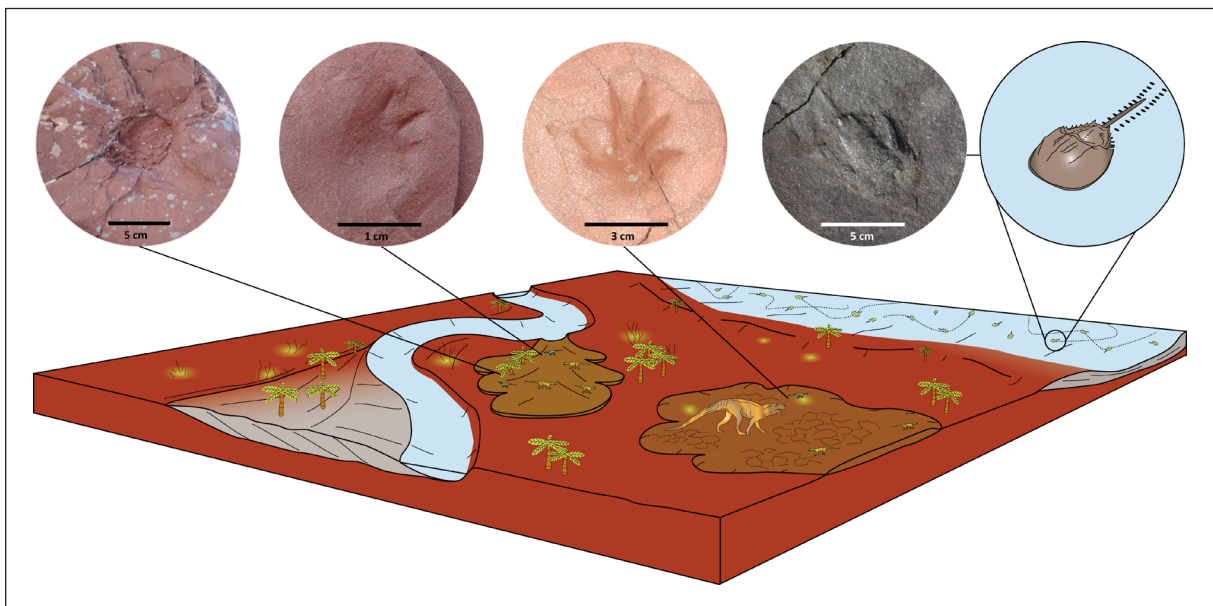


Figura 5. Reconstrucció d'un ecosistema del triàsic inferior-mitjà de Catalunya basat en les intervencions realitzades al sector del Port del Cantó - Buira - Erillcastell (conca pirinenca). Es tracta d'un ambient fluvial amb meandres i planes al·luvials on es pot observar, d'esquerra a dreta: indicis de troncs i restes vegetals, dues icnites corresponents a diferents grups de rèptils i la traça i el dibuix d'un limúlid, un invertebrat parent de les actuals casseroles de les Moluques

gressió marina durant el triàsic mitjà (anisià superior en endavant), les fàcies passen a ser gradualment marines. En conseqüència, durant l'anisià superior trobem alguns afloraments i jaciments d'ambient marí a la conca catalana (Muschelkalk inferior, M1) entre els quals destaquen els presents a l'àrea del congost, especialment els jaciments del Gorg Negre, a Centelles (Osona), amb fauna ictiològica (Llopis-Lladó, 1942; Bauza-Rullan, 1954), i el de Can Serra de l'Arca (Aiguafreda), amb restes d'un rèptil marí. Desafortunadament, aquest darrer no té fitxa pròpia per la impossibilitat de localitzar el jaciment que va lliurar les restes fòssils (Sanz, 1983; Fortuny *et al.*, 2011a). També són destacables les restes procedents de l'àrea d'Olesa de Montserrat, amb fauna ictiològica i de rèptils marins. Desgraciadament, aquestes restes es troben avui dia perdudes, així com també es desconeix l'àrea font que ha lliurat les restes fòssils i, per tant, tampoc existeix una fitxa d'aquest jaciment (Almela i Llopis, 1947; Fortuny *et al.*, 2011a).

A les fàcies del Muschelkalk mitjà (M2) es poden trobar alguns nivells de colors rogencs i de materials gresosos que contenen icnites de rèptils, cosa que demostra els canvis en el

nivell del mar durant el període triàsic. A la conca catalana hi ha dos jaciments reconeguts (Collcardús a Vacarisses i la Pedrera de Can Sallent a Castellar del Vallès, ambdós al Vallès Occidental), on s'han trobat proves de diversos icnotaxons representants de diversos grups de rèptils (Mujal *et al.*, 2015).

Més rellevants paleontològicament parlant són les fàcies del Muschelkalk superior (M3), corresponent al ladinià superior, ja que s'hi han descobert els jaciments principals amb restes de vertebrats. Històricament, i tal com s'ha comentat prèviament, els afloraments d'Alcover (a la unitat Alcover de la conca catalana) han tingut un paper molt rellevant, tot i que el procés de dolomitització que han patit les restes fòssils en dificulta en gran mesura l'estudi. Afortunadament, altres jaciments d'edats similars i procedents de la mateixa unitat, com els de Collbató (el Baix Llobregat) i Camposines - Sant Jeroni, a Móra d'Ebre (Fortuny *et al.*, 2011a), han lliurat restes de fauna invertebrada, així com també restes importants de peixos en molt bon estat de preservació i que actualment es troben en estudi.

Finalment, els jaciments més moderns del triàsic procedeixen de la conca pirinenca. Es



Figura 6. Tasques d'excavació al jaciment paleontològic d'Òden (Solsonès) l'any 2010 en fàcies marines del Muschelkalk corresponents al trànsit de finals del triàsic mitjà (ladinià superior) i el triàsic superior (carnià inferior)

tracta dels únics jaciments d'ambient marí coneguts fins al moment en el triàsic d'aquesta conca. Cal destacar que les fàcies Muschelkalk de la conca pirinenca es troben comprimides, amb la qual cosa és impossible discernir entre M1, M2 i M3 (Calvet *et al.*, 2004). Els afloraments que han lliurat restes de vertebrats es localitzen a la part més alta de les fàcies Muschelkalk, a la unitat de calcàries laminars, molt pròximes a la transició a les fàcies Keuper. Els dos jaciments amb faunes de vertebrats, Vilanova de la Sal (les Avellanès i Santa Linya, a la Noguera) i Odèn (rodalies de Cal Xivill, al Solsonès, fig. 6), han lliurat una fauna ictiològica diversa, així com també restes de rèptils marins (sauropterigis) i fauna invertebrada (Cartanyà *et al.*, 2011, 2015; Fortuny *et al.*, 2011a; Garcia-Artigas *et al.*, en preparació). L'edat d'ambdós jaciments es troba compresa entre el ladinianà superior (triàsic mitjà) i el carnià (triàsic superior), i estudis futurs n'han de poder afinar les edats.

■ Conclusions i línies de treball futures

D'ençà de les primeres troballes a finals del segle XIX de restes fòssils en sediments corresponents al triàsic de Catalunya, aquest període geològic, així com el permianà, han estat explorats i estudiats de forma intermitent. Aquesta tendència, però, va canviar a partir del 2008, quan es van iniciar campanyes programades d'exploració en sediments d'aquests períodes a diverses comarques de Catalunya. Globalment, aquestes campanyes han permès localitzar un bon grapat de jaciments paleontològics nous i s'ha recuperat una gran quantitat de restes, que inclouen peixos, amfibis i rèptils. Històricament, el nombre de jaciments coneguts no superava les cinc fitxes, però actualment l'inventari de jaciments paleontològics conté fins a trenta-dos jaciments reconeguts, un nombre que creixerà molt probablement en les properes campanyes. Els jaciments corresponents al permianà són tots de tipus continental i estan situats a la conca pirinenca. Aquests jaciments estan majoritàriament compostos per icnites de te-

tràpodes, que ens mostren els grups existents als ecosistemes durant el permianà inferior i mitjà-superior. La majoria dels jaciments coneguts fins ara, però, corresponen al triàsic inferior-mitjà, de tipus continental, del qual es coneixen jaciments amb restes òssies abundants i jaciments amb nombroses icnites de tetràpodes, i són ben coneguts en ambdues conques, la catalana i la pirinenca. Les futures línies de treball hauran de perfilar més exactament l'edat dels diferents jaciments, especialment dels que corresponen al trànsit del triàsic inferior-mitjà. Els jaciments corresponents al triàsic mitjà marí són ben coneguts històricament, especialment a la Serralada Prelitoral Catalana. Finalment, els jaciments del límit triàsic mitjà-superior només es coneixen en ambients marins a la conca pirinenca, però futurs estudis hauran d'ajudar a conèixer amb més detall la fauna que componia aquests ecosistemes i aprofundir en l'edat d'aquests jaciments.

■ Agraïments

Els autors agraeixen enormement la tasca de totes les persones que han participat en les campanyes d'excavació i prospecció, sense les quals no hauria estat possible portar a terme la recerca. Cal destacar la gran feina dels directors de les diverses intervencions i les anàlisis posteriors de les dades obtingudes per part d'Arnau Bolet, Albert G. Sellés, Àngel Galobart, Oriol Oms, Joan Cartanyà, Rubèn Garcia-Artigas, Josep Marmi, Jaume Dinarès-Turell, Rodrigo Gaete, Diana Valdiserri, Pere Anadón, Pablo Rodríguez-Salgado, Marc Diviu, Marina Bonet, Jordi Galindo, Manel Méndez, Sebastià Calzada, Jaume Gallemi, Antoni Arrizabalaga, Antoni Lacasa, Javier Lozano, Rafel Mirabal, Alba Vicente, Novella L. Razzolini, Jordi Pasques, Marc Cortina, Fabio dalla Vecchia, Isabel Vila, Marc Garriga, José Àngel López López, Agustí López, Jordi Palau, Mireia Plà, Montse Vilalta, Eduard Solà, Anna Sagarra, Judit Marigó, Marco Petruzzelli i Meritxell Fernández. També volem agrair al Servei d'Arqueologia i Paleontologia del Departament de Cultura la

possibilitat de realitzar aquesta contribució a la Tribuna d'Arqueologia i el suport econòmic als projectes "Projecte d'investigació dels afloraments triàsics amb fauna de vertebrats de Catalunya", "Vertebrats del permia i el triàsic de Catalunya i el seu context geològic" i "Evolució dels ecosistemes amb faunes de vertebrats del permia i el triàsic de Catalunya" Ref 2014/100606. Cal agrair a l'empresa Knauf GmbH el suport durant les tasques de control i seguiment paleontològic a l'obra realitzada a Ribera d'Urgellet.

Bibliografia

- ALMELA, A.; LLOPIS-LLADÓ, N. (1947). Hoja geológica núm. 392 (Sabadell). *Mapa Geológico de España* E. 1: 50.000. I. G. M. E. Madrid.
- BAUZÁ-RULLÁN, J. (1954). "Contribuciones al conocimiento de la ictiología fósil de España. Los peces triásicos de "Gorg Negre de Centelles"". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Tomo homenaje a E. Hernandez-Pacheco)*, p. 97-103.
- BELTAN, L. (1972). La faune ichthyologique du Muschelkalk de la Catalogne. *Memorias de la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona*, vol. 41, p. 281-325.
- BELTAN, L. (1975). "A propos de l'ichthyofaune triasique de la Catalogne espagnole". *Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique*. París: Problèmes actuels de Paléontologie – Evolution des vertébrés, vol. 218, p. 273-280.
- BELTAN, L. (1984). "Quel ques poissons du Muschelkalk supérieur d'Espagne". *Acta Geológica Hispánica*, vol. 19, núm. 2, p. 117-127.
- BENTON, M. J. (2008). *When life nearly died: The greatest mass extinction of all time*. Londres: Thames and Hudson publishers.
- CALVET, F.; ANGLADA, E.; SALVANY, J. M. (2004). "El Triásico de los Pirineos". A: VERA, J. A. (ed.). *Geología de España*. SGE-IGME, p. 272-274.
- CALZADA, S. (1987). "Niveles fosilíferos de la facies Buntsandstein (Trias) en el sector norte de los Catalánides". *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 11, p. 256-271.
- CARTANYÀ, J. (1999). "An overview of the Middle Triassic actinopterygians from Alcover, Mont-ral and El Pinetell (Catalonia, Spain)". A: ARRATIA, G.; SCHULTZE, H.P. (ed.). *Mesozoic fishes 2 - Systematics and the fossil record*, p. 535-551.
- CARTANYÀ, J.; FORTUNY, J.; BOLET, A.; MUTTER, R. (2015). "Colobodus giganteus (Beltan, 1972) Comb. Nov. From the Upper Muschelkalk Facies of Catalonia (NE Iberian Peninsula)". *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, vol. 278, núm. 3, p. 323-333.
- CARTANYÀ, J.; FORTUNY, J.; SELLES, A. G.; BOLET, A.; PETRUZZELLI, M.; SOLÀ, E.; SAGARRA, A.; GALOBART, À. (2011). "Preliminary report on the vertebrate assemblage of the Odèn outcrops (Carnian, late Triassic) of the Pyrenean basin, Catalonia". A: PÉREZ DE LOS RIOS; MARIGÓ, J.; MINWER-BARAKAT, R.; BOLET, A.; DE MIGUEL, D. (ed.) XXVII *Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. La transición Cretácico-Terciario en el sur de los Pirineos. Paleontología i evolució, Memòria especial*. Sabadell: Institut Català de Paleontologia, vol. 5, p. 59-61.
- DINARÈS-TURELL, J.; DIEZ, J. B.; REY, D.; ARNAL, I. (2005). "Buntsandstein" magnetostatigraphy and biostratigraphic reappraisal from eastern Iberia: Early and Middle Triassic stage boundary definitions through correlation to Tethyan sections". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 229, p. 158-177.
- ELLENBERGER, P. (1977). "Quel ques précisions sur l'anatomie et la place systématique très spéciale de *Cosmosaurus aviceps* (Ladinien supérieur de Montral, Catalogne)". *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 4, p. 169-188.
- ELLENBERGER, P. (1978). "L'origine des oiseaux. Historique et méthodes nouvelles. Les problèmes des Archaeornithes. La venue au

- jour de *Cosesaurus aviceps*". *Mémoires Travaux E.P.H.E.*. Montpellier, vol. 4, p. 91-117.
- ELLENBERGER, P.; VILLALTA, J. F. (1974). "Sur la présence d'un ancêtre probable d'oiseau dans le Muschelkalk supérieur de Catalogne (Espagne). Note préliminaire". *Acta Geológica Hispánica*, vol. 9, p. 162-168.
- EZCURRA, M. D. (2010). "Biogeographic analysis of Triassic tetrapods: evidence for provincialisms and driven sympatric cladogenesis in the early evolution of modern tetrapod lineages". *Proceedings of the Royal Society Series B*, vol. 277, p. 2547-2552.
- FORTUNY J. (2010). "Els vertebrats dels Països Catalans durant el Permià i el Triàsic". *Història Natural dels Països Catalans*, Vol. 16. *Suplement: Fauna i flora. Enciclopèdia Catalana*. Vol. 16, p. 430- 432.
- FORTUNY J.; MUJAL, E.; BOLET, A.; OMS, O.; LÓPEZ, J. A.; VILA, I. (2013). "Resultats de les prospeccions paleontològiques als afloraments del Triàsic de Port del Cantó, Vall de Siarb i Noves de Segre (Pallars Sobirà i Alt Urgell), Campanya 2012". *Primeres Jornades d'Arqueologia i Paleontologia del Pirineu i Aran*, p. 13.
- FORTUNY, J. (2011). "Permian and Triassic tetrapods of Catalonia (SE Europe): Advances of Virtual Paleontology applied to the systematics, paleobiology and paleoecology of Temnospondyls". Universitat de Barcelona: Tesi doctoral.
- FORTUNY, J., GALOBART, À.; MARMI, J.; GAETE, R.; LÓPEZ-GARCÍA, A. (2011b). "Els amfibis més antics de Catalunya: recerca, divulgació, protecció i reconstrucció digital dels fòssils del jaciment paleontològic de la Mora (Tagamanent, Vallés Oriental)". *Tribuna d'Arqueologia* 2009, p. 11-28.
- FORTUNY, J.; BOLET, A.; OMS, O.; BONET, M.; DIVIU, M.; RODRÍGUEZ, P.; GALOBART, À. (2012). "Permian and Triassic ichnites from the Catalanian and Pyrenean basins (Eastern Iberian Peninsula). State of the art and new findings". *10th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologist*. ¡Fundamental!, vol. 20, p. 73-76.
- FORTUNY, J.; BOLET, A.; SELLÉS, A. G.; CARTANYÀ, J.; GALOBART, À. (2011a). "New insights on the Permian and Triassic vertebrates from the Iberian Peninsula with emphasis on the Pyrenean and Catalanian basins". *Journal of Iberian Geology*, vol. 37, núm. 1, p. 65-86.
- FORTUNY, J.; BOLET, A.; SELLÉS, A. G.; GALOBART, À. (2014). "A potential record of a procolophonid parareptile from the Triassic of the Iberian Peninsula". *Geologica Acta*, vol. 12, núm. 2, p. 121-126.
- FORTUNY, J.; GALOBART, A. (2010). "Els jaciments paleontològics del Triàsic del Montseny". *VII Trobada d'estudiosos del Parc del Montseny*. Granollers. p. 325-331.
- FORTUNY, J.; GALOBART, À.; DE SANTISTEBAN, C. (2011c). "A new capitosaur from the Middle Triassic of Spain and the relationships within the Capitosauria". *Acta Palaeontologica Polonica*, vol. 56, núm. 3, p. 553-566.
- FORTUNY, J.; SELLÉS, A. G.; VALDISERRI, D.; BOLET, A. (2010). "New tetrapod footprints from the Permian of the Pyrenees: Preliminary results". *Cidaris*, vol. 30, p. 121-124.
- GAETE, R.; GALOBART, À.; PALOMAR, J.; MARZO, M. (1994). "Hallazgo de *Parotosuchus* sp. (Amphibia, Temnospondyli) en las facies Buntsandstein del Pla de La Calma (Cordilleras Costeras Catalanas): resultados preliminares". *Geogaceta*, vol. 16, p. 61-63.
- GAETE, R.; GALOBART, À.; PALOMAR, J.; MARZO, M. (1996). "Primeros resultados sistemáticos y bioestratigráficos del yacimiento de tetrápodos fósiles de la facies Buntsandstein de La Mora (Pla de la Calma, Barcelona)". *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 20, p. 331-345.
- GAETE, R.; GALOBART, À.; ROS, X. (1993). "Primera noticia del hallazgo de un *Parotosuchus* (Capitosauridae, Amphibia) en el Triásico inferior del macizo del Montseny".

- Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, vol. 3, p. 61-66.
- GALOBART, À. (1995). *Triàsic, el laberintodont del Montseny*. Granollers: Museu de Granollers.
- GARCIA-ARTIGAS, R.; FORTUNY, J.; CARTANYÀ, J.; BOLET, A.; SELLES, A.G. New ichthyofauna from the late Middle Triassic of Southern Pyrenees (NE Iberian Peninsula): Basin connections and its paleobiogeographical implications for the marine fauna. En preparació.
- HEMLEBEN, C.; FREELS, D. (1977). "Fossilführende dolomitisierte Plattenkalke aus dem "Muschelkalk superior" bei Montral (Prov. Tarragona, Spanien)". *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, vol. 154, p. 186-212.
- LLOPIS-LLADÓ, N. (1942). *Estudio geológico del valle del Congost*, Barcelona: Instituto Geológico Topográfico. Diputació de Barcelona.
- MARZO, M. (1980). *El Buntsandstein de los Catalánides. Estratigrafía y procesos de sedimentación*. Universitat de Barcelona: Tesi Doctoral.
- MUJAL, E.; FORTUNY, J.; BOLET, A.; GALOBART, À.; OMS, O. (2013). "Resultats de les prospeccions paleontològiques als afloraments del Permian de la Vall Fosca, Campanya 2012". *Primeres Jornades d'Arqueologia i Paleontologia del Pirineu i Aran*, p. 14.
- MUJAL, E.; FORTUNY, J.; OMS, O.; BOLET, A.; GALOBART, À.; ANADÓN, P. (2014a). "Dating of Permian Pyrenean terrestrial record (NE Iberian Peninsula). Interbasinal tetrapod ichnology correlation". *CPC Field Meeting on Carboniferous and Permian Nonmarine – Marine correlation*. Freiberg. p. 42.
- MUJAL, E.; FORTUNY, J.; OMS, O.; BOLET, A.; GALOBART, À.; ANADÓN, P. (2016a). "Palaeoenvironmental reconstruction and early Permian ichnoassemblage from the NE Iberian Peninsula (Pyrenean Basin)". *Geological Magazine*, vol. 153, núm. 4, p. 578-600.
- MUJAL, E.; FORTUNY, J.; RODRÍGUEZ-SALGADO, P.; DIVIU, M.; OMS, O.; GALOBART, À. (2015). "Middle Muschelkalk footprints from the Catalanian basin: 3D analyses and paleoichnological implications". *Spanish Journal of Palaeontology*, vol. 30, núm. 1, p. 97-108.
- MUJAL, E.; GREYTER, N.; RONCHI, A.; LÓPEZ-GÓMEZ, J.; FALCONNET, J.; DIEZ, J. B.; DE LA HORRA, R.; BOLET, A.; OMS, O.; ARCHE, A.; BARRENECHEA, J. F.; STEYER, J.-S.; FORTUNY, J. (2016b). "Constraining the Permian/Triassic boundary in continental environments: stratigraphic and paleontological record from the Southern-Eastern Pyrenees (NE Iberian Peninsula)". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 445, p. 18-37.
- MUJAL, E.; OMS, O.; FORTUNY, J.; BOLET, A.; MARMI, J.; GALOBART, À. (2014b). The long terrestrial succession from the Late Carboniferous to Triassic of the Pyrenean basin (NE Iberian Peninsula). *CPC Field Meeting on Carboniferous and Permian Nonmarine – Marine correlation*. Freiberg. p. 43.
- RIEPPPEL, O.; HAGDORN, H. (1998). "Fossil reptiles from the Spanish Muschelkalk (Montral and Alcover, Province Tarragona)". *Historical Biology*, vol. 13, núm. 1, p. 77-97.
- ROBLES, S.; LLOMPART, C. (1987). "Análisis paleogeográfico y consideraciones paleoicnológicas del Pérmico Superior y del Triásico Inferior en la transversal del río Segre (Alt Urgell, Pirineo de Lérida)". *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 11, p. 115-130.
- RONCHI, A.; NICOLA, G.; MUJAL, E.; FORTUNY, J.; DE LA HORRA, R.; ARCHE, A.; LÓPEZ-GÓMEZ, J.; FALCONNET, J.; DIEZ, J. B.; BARRENECHEA, J. F.; OMS, O.; BOLET, A.; STEYER, J.-S. (2015). "The Permian-Triassic boundary in Western Tethys: stratigraphic and paleontological record from the Catalan Pyrenees (NE Spain)". *XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian, Kazan, Russia*. p. 161.

- SANZ, J. L. (1983). "Los Notosaurios (Reptilia, Sauropterygia) españoles". *Estudios Geológicos*, vol. 39, p. 193-215.
- SANZ, J. L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1984). "The prolacertid lepidosaurian *Cosesaurus aviceps* Ellenberger & Villalta, a claimed "protoavian" from the Middle Triassic of Spain". *Géobios*, vol. 17, p. 747-753.
- TALENS, J.; WAGER, R. (1995). "Implicaciones estratigráficas de las megaflores del Carbonífero superior y Pérmico inferior de Lérida, Pirineo Central: Comparación con la Cordillera Cantábrica". *Coloquios de Paleontología*, vol. 47, p. 177-192.
- VALDISERRI, D.; FORTUNY J.; GALOBART, À. (2009). "New insight on old material: Triassic tetrapods footprints in Catalonia (NE Iberian Peninsula)". A: *Tenth International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota. Teruel, Spain. Abstract book*, p. 163.
- VIA-BOADA, L.; VILLALTA, J. F. (1966). "«Heterolimusgadeai, nov. gen., nov. sp., représentant d'une nouvelle famille de Limulacés dans le Trias d'Espagne". *Acta Geológica Hispánica*, vol. 1, núm. 1, p. 9-11.
- VIA-BOADA, L.; VILLALTA, J. F. (1975). "Restos de crustaceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona)". *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, vol. 86, p. 485-497.
- VIA-BOADA, L.; VILLALTA, J. F.; ESTEBAN-CERDÁ, M. (1977). "Paleontología y paleoecología de los yacimientos fosilíferos del Muschelkalk superior entre Alcover y Montral (Montañas de Prades, Provincia de Tarragona)". *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 4, p. 247-256.
- VILLALTA, J. F.; ELLENBERGER, P. (1974). "Découverte dans le Trias moyen d'Espagne d'un reptile présentant des caractères aviformes". *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, vol. CCLXXIX, núm. D, p. 1853-1854.
- VILLALTA, J. F.; VIA-BOADA, L. (1966). "Un nuevo celacántico en el Triásico español". *Acta Geológica Hispánica*, vol. 1, núm. 2, p. 21-23.
- VIRGILI, C. (1958). "El Triásico de los Catalánides". *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, vol. 69, p. 1-856.