

Treball Final de Grau – Geologia
Universitat Autònoma de Barcelona

ESTRATIGRAFIA DEL GARUMNIÀ VERMELL INFERIOR AL SECTOR TALARN (MAASTRICHTIÀ DE LA CONCA DE TREMP).



Autor: Jordi Ceperuelo Sàncchez
Tutors: Victor Fondevilla i Oriol Oms
Juny 2019

Agraïments

Primer de tot, voldria agrair l'oportunitat per fer aquest treball a en Victor Fondevilla i l'Oriol Oms, i poder completar la zona d'estudi que havia deixat pendent en la tesi doctoral d'en Victor. Tanmateix, agrair el tracte obtingut durant les sessions de supervisió de la memoria escrita del treball i les sessions de camp, les jornades orientatives, els consells i l'ajuda constant.

També agraeixo la predisposició dels tutors i les ganes i motivació per fer el treball i fer-ho bé.

També voldria agrair a la meva família, el suport constant i l'aposta cap els meus estudis; per què sense ells, seria impossible estar on estic ara.

1. Índex

2. Resum	4
3. Introducció	5
3.1. Plantejament del problema	5
3.2. Objectius	5
3.3. Hipòtesi de partida	5
4. Mètodes	6
5. Antecedents	7
5.1. Situació geogràfica i accés a la zona d'estudi.....	7
5.2. Context geològic general.....	8
5.3. Les unitats litològiques del Cretaci-Paleogen de la Conca de Tremp.....	10
5.4. Descripció de l'àrea d'estudi entre Tremp, Talarn i Gurp.....	12
6. Resultats	14
6.1. Cartografia de fotohoritzons de la zona d'estudi	14
6.2. Característiques litològiques observades a l'àrea d'estudi	15
7. Discussió	17
7.1. Posició estratigràfica dels conglomerats de Talarn.....	17
7.2. Interpretació dels dipòsits sedimentaris de Tremp-Talarn-Gurp.....	20
8. Conclusions	20
9. Bibliografia	22
10. Annex	23
10.2. Fotografies, estructures i esquemes estratigràfics	27

2. Resum

La Formació Talarn (zones de Tremp, Talarn i Gurb) està situada a la Conca de Tremp (Pirineus) i pertany a la part superior del Garumnià vermell inferior. Està formada per argiles vermelles i ocres, lutites, gresos i conglomerats. El que volem aconseguir mitjançant un estudi de camp és saber si aquests conglomerats de Talarn són l'última unitat litològica del Maastrichtiense. Per aquest motiu, en el treball de camp s'han agafat dades per després confeccionar columnes estratigràfiques. Els resultats indiquen que els conglomerats de Talarn pertanyen al Maastrichtiense terminal, ja que per sobre encara tenims uns 25-30 metres de successió amb restes de dinosaures fins arribar a uns nivells de llims amb nòdols de calitz que representen la transició K-Pg. Aquesta transició, que aflora a Talarn hi ha Gurb, és equivalent a les calcàries de Suterranya del sector oriental de la Conca de Tremp. Per sobre d'aquesta, trobem els guixos de l'horitzó Tremp-Colmenar. A partir d'aquests guixos s'ha pogut correlacionar la part superior de la zona d'estudi amb la base del Garumnià vermell superior, d'edat paleocena.

La Formación Talarn (zonas de Tremp, Talarn i Gurb) están situadas a la Conca de Tremp (Pirineos) y pertenece a la parte superior del Garumniense rojo inferior. Esta formada por arcillas versicolor, lutitas, areniscas y conglomerados. Lo que queremos conseguir mediante un estudio de campo, es saber si estos conglomerados de Talarn son la última unidad litológica del Maastrichtiense. Por ese motivo, en el trabajo de campo se han tomado datos para después elaborar columnas estratigráficas. Los resultados indican que los conglomerados de Talarn pertenecen al Maastrichtiense terminal, ya que por encima aún tenemos unos 25-30 metros de sucesión con restos de dinosaurios hasta llegar a unos niveles de limos con nódulos de caliche que representan la transición K-Pg. Esta transición que aflora a Talarn y en Gurb, es equivalente a las calizas de Suterranya del sector oriental de la Conca de Tremp. Por encima, encontramos los yesos del horizonte Tremp-Colmenar. A partir de estos yesos se ha podido correlacionar la parte superior de la zona de estudio con la base del Garumniense rojo superior, de edad paleocena.

The Talarn Formation (areas of Tremp, Talarn i Gurb) are located in the Conca de Tremp (Pyrenees) and belongs to the upper part of the lower red Garumian. It is formed by versicolor clays, shales, sandstones and conglomerates. What we want to achieve through a field study is to know if these Talarn conglomerates are the last lithological unit of the Maastrichtian. For this reason, in the field work, data have been taken and then stratigraphic columns have been elaborated. The results indicate that the conglomerates of Talarn belong to the terminal Maastrichtian, since above we still have about 25-30

meters of succession with remains of dinosaurs until arriving at levels of carbonate nodules that represent the transition K-Pg. This transition that emerges to Talarn and in Gurp, is equivalent to the limestones of Suterranya of the oriental sector of the Conca de Tremp. Above, we find the gypsum of the Tremp-Colmenar horizon. From these gypsums it has been possible to correlate the upper part of the study area with the base of the upper red Garumnian, of paleocene age.

3. Introducció

3.1. Plantejament del problema

En aquest treball es pretén estudiar des del punt de vista estratigràfic la unitat conglomeràtica de Talarn, inclosa dins les fàcies garumnianes, que mostren una edat compresa entre el Cretaci Superior i el Paleògen.

L'àrea d'estudi, que pertany a la zona d'enllaç entre la Conca dellà i la Vall Ribagorçana, és una zona poc explorada a nivell estratigràfic pel que fa al Maastrichtià continental o fàcies garumnianes, tot i que hi ha constància d'alguns treballs de la dècada dels 90 (per exemple, Krauss, 1990). És una zona en què coneixem amb detall l'estratigrafia i les edats de les àrees adjacents (el sector oriental de la Conca de Tremp, o sector Isona, i el sector més occidental a les valls dels rius Éssera, Isàvena i Ribagorçana; veure per exemple Pereda-Suberbiola et al., 2009; Canudo et al., 2016; Fondevilla et al., 2019). Aquest fet ens facilita la tasca de correlació i datació de la zona d'estudi.

3.2. Objectius

Els objectius principals que volem assolir són:

- Ubicar estratigràficament la unitat dels conglomerats de Talarn.
- Correlacionar la unitat amb altres sectors de la Conca de Tremp.
- Interpretar la sedimentalogia d'aquests conglomerats.

3.3. Hipòtesi de partida

Es parteix de la hipòtesi que els conglomerats de Talarn són l'última unitat litològica del Maastrichtià continental de l'àrea dels Pirineus centrals, com han apuntat alguns autors (entre ells, Ardèvol et al., 2000 i Fondevilla et al., 2016).

4. Mètodes

En aquest apartat es donen a conèixer els aparells i les aplicacions que han estat necessàries tant per fer el treball a casa/autònom o al camp.

En primer lloc, el treball previ abans d'anar al camp ha estat la visualització de la zona en el Google Earth Pro, que ha servit per tenir una primera idea dels materials que apareixen a la zona entre les localitats de Tremp, Gurp i Talarn. Posteriorment també s'ha utilitzat per elaborar un mapa cartogràfic de fotohoritzons de la zona d'estudi i un tall geològic que ha permés calcular algunes potències estratigràfiques. S'ha utilitzat l'aplicació Google Maps, una vegada al camp, per a ubicar-nos i guiar-nos i posteriorment s'ha utilitzat per elaborar la situació geogràfica i anomenar les vies d'accés als afloraments de la zona d'estudi. S'ha utilitzat l'aplicació per a mòbil Wikiloc, la qual permet enregistrar el recorregut fet al camp i la localització de les parades que s'han realitzat en la ruta. Aquesta aplicació és molt útil l'hora de fer una fotografia, ja que es guarda la localització en coordenades geogràfiques i permet després ubicar el lloc on s'ha capturat la imatge al software Google Earth Pro. Per exemple, gràcies això s'ha pogut calcular la potència que hi ha entre el la Formació Areny i la base del conglomerat de Talarn ubicant els contactes de les unitats a sobre de la cartografia i del tall. La coordinada obtinguda amb Wikiloc s'ha passat de sexagesimal a hexagesimal amb la pàgina web Earth point.

S'ha anat 5 dies al camp on s'han reconegut els diferents materials i unitats de la zona estudiada, s'han pres mesures amb la brúixola tant de direcció i cabussament d'estrats com de paleocorrents. S'ha utilitzat la vara de Jacobs per recollir dades amb les quals s'han pogut elaborar columnes estratigràfiques, tot prenent nota en la llibreta de camp, la qual també ens ha servit per poder elaborar els talls geològics que es veuen presents en aquest treball. S'ha fet fotografies d'afloraments, de materials i de fòssils (gasteròpodes) i petjades de dinosaures, i d'estructures sedimentàries que s'han trobat al llarg del recorregut per la meva àrea d'estudi.

Per treballar a ordinador amb les columnes que s'han fet al camp, en primer lloc s'ha utilitzat el paper mil·limetrat per fer un esborrany a llapis, i posteriorment ha estat resseguit a punta fina. S'ha escanejat el document i s'ha resseguit per segon cop per tenir una major visibilitat a l'hora de treballar a l'ordinador. S'ha utilitzat el mateix procés per als esquemes geològics que es troben presents en aquest treball. Un cop a ordinador, s'ha utilitzat el programa de dibuix vectorial Inkscape. Amb aquest programa s'han pogut vectoritzar les columnes i editar el seu contingut. S'han pogut fer polígons

que han estat reomplerts de color, per distingir les diverses litologies que identificades en l'estudi.

Per la cerca d'informació s'han consultat articles publicats pels autors citats en aquesta treball. Alguns d'ells s'han obtingut mitjançant el portal Scholar Google.

5. Antecedents

5.1. Situació geogràfica i accés a la zona d'estudi

En aquest treball de recerca les zones d'exploració han estat la ciutat de Tremp i el seu entorn (Figura 1A), com que inclou els termes municipals de Talarn i Gurp. El municipi de Tremp s'estén a tot l'entorn de la ciutat de Tremp. Tremp, és la capital de la comarca del Pallars Jussà, i es troba a la província de Lleida. El municipi s'estén entre la zona del Prepirineu català a l'oest de la conca del riu Noguera Ribagorçana, hi ha l'est de la Noguera Pallaresa. El nucli central del municipi de Tremp està situat sobre un petit altiplà dins de la conca del seu mateix nom, a 468 m d'altura sobre el nivell del mar. La Conca de Tremp constitueix una comarca natural, delimitada per les serres i muntanyes de Montllobar (1.125 m), Lleràs (1.678 m), Comiols (1.356 m), Sant Gervàs (1.834 m), Boumort (2.070 m) i Montsec d'Ares (1.678 m). Els nuclis habitats del municipi estan situats a altituds compreses entre els 400 i els 800 metres.

Pel que fa a Talarn, és una vila i municipi de la comarca del Pallars Jussà contigua al municipi de Tremp. La vila de Talarn és l'antiga capital de la comarca del Pallars Jussà. El seu terme municipal és al centre, cap a ponent de la comarca. Gurp, està situat a ponent i al nord-oest de la ciutat de Tremp, i està separat d'ella per una llenca de terreny del terme municipal de Talarn.

La part oest de la zona d'estudi, prop del poble de Gurp, està formada per un conjunt de barrancs menors i llaus com ara el barranc dels Lleons i el del Grau. Aquests barrancs convergeixen en el barranc de Seròs, que discorre cap a l'est fins a arribar al Noguera Pallaresa.

Per accedir a Tremp es poden seguir dues vies. D'una banda, si s'accedeix des de Tàrrega, s'agafa la carretera nacional C-14 passant per Agramunt fins a Artesa de Segre. Llavors s'ha d'agafar la carretera L-512 fins a Comiols i la C-1412b que conduceix a Isona i dona entrada a Tremp per la part de la central hidroelèctrica. Aquest recorregut és útil per accedir a l'aflorament més oriental, al sector de Tremp. Passat el cartell de central hidroelèctrica en direcció Tremp, s'hi troba un camí que es pot seguir en cotxe

fins a un cert punt, allí baixant i caminant uns 200 m, s'hi troba una masia de parets blanques amb el seu camp, on podrem accedir a la paret escarpada sota de la població de Tremp. L'altra via d'accés a Tremp és seguir les carreteres comarcal C-12 o C-13 des de Lleida, que condueixen a la localitat de Balaguer i des d'allí, seguint per la C-13 passant per Camarassa, s'arriba a Tremp.

Un cop a Tremp, seguint la C-13 i sortint de la ciutat, a 1km hi ha la vila de Talarn..Sense accedir a Talarn i seguint per la C-13 (km 88 fins al km 89), , trobem els afloraments a peu de carretera que han servit per aixecar les columnes del sector Talarn. Aquests afloraments inclouen els conglomerats sobre els quals està situat el poble de Talarn.

Per últim, per arribar al sector de Gurb, cal anar en direcció cap a Talarn, però sense entrar-hi. S'agafa un trencall a l'esquerra que per camps de vinya i es creua l'Acadèmia General Bàsica de Suboficials. Seguint el camí s'arriba a Gurb, Abans d'entrar-hi, s'agafa un camí al davant d'un dipòsits que porta als camps de conreu de sota de la vila. Un cop acabat el camí cal creuar la vegetació per poder accedir al barranc dels Lleons i una vegada a dins, cal seguir el seu curs per trobar la zona on afloren els materials on s'ha aixecat la columna del sector de Gurb.

Si se segueix baixant pel barranc (el dels Lleons i successivament el de Seròs), al final s'arriba carretera comarcal C-13.

5.2. Context geològic general

El territori català està constituït per tres grans dominis o unitats: La Serralada Pirinenca, la depressió Central (formant part de la depressió de l'Ebre) i les Serralades Costaneres Catalanes.

L'unitat sobre la qual es treballa en aquest estudi són els Pirineus. Els Pirineus constitueixen una serralada alpina amb una orientació d'est a oest, des de la Provença al Cantàbric, amb una longitud de 1500 km i una amplada mitja de 200 km, desenvolupada durant la col·lisió de les plaques Iberica i Europea entre el Cretaci superior i el Miocè inferior. Aquesta col·lisió va causar una inversió positiva i deformació de les conques sedimentàries mesozoiques. La serralada consisteix en un sòcol o basament Paleozoic deformat durant l'orogènia Varisca i una cobertora sedimentaria mesozoica que abastà fins el Cretaci inferior, però a partir del Cretaci Superior les conques sedimentàries van esdevenir conques d'avantpaís en iniciar-se la fase compresiva (Oms et al., 2014).

La serralada pren la forma d'un ventall asimètric amb plecs i encavalcaments de doble vergència (vergència nord en la zona nord i vergència sud en la zona sud). L'asimetria ve donada pel fet que les làmines encavalcants que es van desenvolupar a la vessant sud van assolir majors desplaçaments (per exemple les làmines encavalcants del Montsec, Bóixols, Cadí, Serres Marginals i Pedraforca) que les de la banda nord (Fondevilla et al., 2016).

Els Pirineus tradicionalment s'han subdividit en tres unitats. De nord a sud s'han delimitat tres zones majors (zonació clàssica actualitzada de la cadena definida per Mattauer et al., 1968): La zona nord-pirinenca, la zona axial i la zona sud-pirinenca. Les conques d'avantpaís respectives són les conques de Aquitania al nord i la de l'Ebre al sud.

La zona sud-pirinenca està constituïda per una sèrie d'unitats al·lòctones que poden involucrar en els seus desplaçaments materials del sòcol i de la cobertura o només de la cobertura. D'aquesta manera, el conjunt d'aquestes unitats ha estat dividida en dos tipus: les làmines encavalcants inferiors, formades per materials de cobertura i sòcol, i les làmines encavalcants superiors, formades per dipòsits de cobertura essencialment mesozoiques (Riera, 2010).

Dins de les làmines encavalcants superiors, al Pirineu central, es poden identificar tres fronts que de nord a sud són: La làmina encavalcant de Bóixols-Sant Corneli (Figura 1B), la làmina encavalcant del Montsec i la làmina encavalcant que forma el conjunt d'unitats imbricades de les Serres Marginals. La làmina encavalcant del Montsec conté la conca de *piggy-back* (són conques sedimentàries de menys desenvolupament sobre una làmina en moviment, que empeny com part d'un sistema de conques davanteres) de Tremp (Riera, 2010). A gran escala, la Conca de Tremp es presenta com un sinclinal d'eix est-oest, entre els anticlinals del Montsec i Sant Corneli. (Cuevas, 1992).

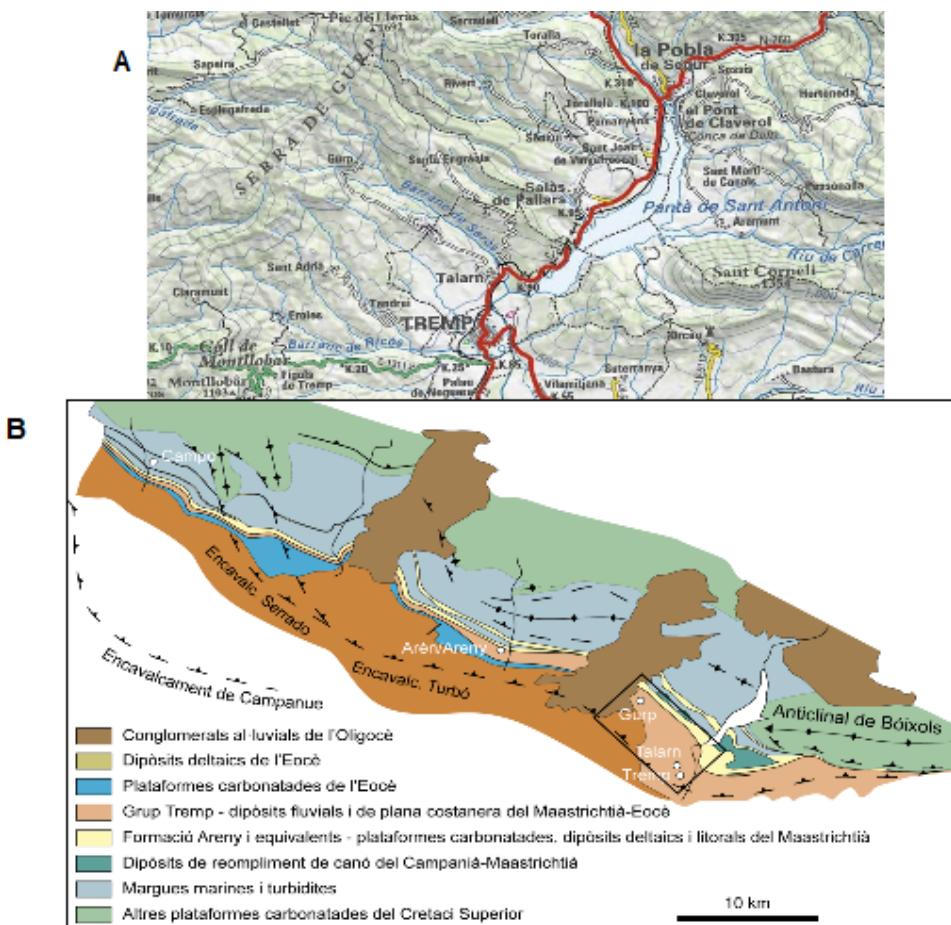


Figura 1.A. Mapa situació geogràfica. B. Situació geològica de la zona d'exploració.

5.3. Les unitats litològiques del Cretaci-Paleogen de la Conca de Tremp

En aquest treball, la unitat de la Conca de Tremp que s'estudia és la Formació Tremp (Cretaci superior-Paleocè inferior) que és la que trobem entre la zona d'estudi dels pobles de Gurb i Talarn (veure Figura 1B). Aquesta formació també ha rebut el nom informal de fàcies garumnianes o Garumnià (Rosell et al., 2001). La formació pren el nom de la ciutat de Tremp. La Formació Tremp conté en la seva part inferior margues i lutites grises i blaves i calcàries (per exemple als voltants d'Isona) i en la seva part superior, conglomerats de color marró-vermellós, gresos i lutites, calcàries no marines i nivells de quixos.

El límit inferior de la formació és el contacte amb els gresos de la Formació Areny, d'origen litoral. El límit superior es pren a la part superior de les lutites vermelles. La formació està coberta per calcàries en les quals abunden les alveolines (Formació Cadí; Mey et al., 1968, Riera, 2010).

Pel que fa al Garumnià de la conca de Tremp, Rosell et al. (2001) el va dividir en quatre unitats informals: Garumnià gris, Garumnià vermell inferior, Calcàries de Vallcebre i equivalents laterals, i Garumnià vermell superior. El Garumnià gris, presenta fauna maastrichtiana i representa ambients de transició marí-continental cap al sostre (Riera, 2010).. El Garumnià vermell inferior està format per lutites grogues, vermelles, taronges, violetes i marrons amb cossos de gresos i conglomerats intercal·lats. També presenta fauna i flora cretàcica (entre ells, nombrosos grups de dinosaures). Ha estat datat com a Maastrichtià en base a estudis bioestratigràfics i magnetoestratigràfics (Díez-Canseco et al., 2014; Fondevilla et al., 2016).

Els equivalents laterals de les calcàries de Vallcebre estan formats per una intercal·lació de calcàries i lutites que presenten restes de caròfits, els quals afloren des de Sant Salvador de Toló fins a Suterranya. Rosell et al. (2001) va situar el límit Cretaci-Paleogen a la base d'aquestes calcàries basant-se en que aquest materials indiquen un important canvi en les condicions ambientals, representant una discontinuïtat estratigràfica, i per la presència de caròfits terciaris a les mateixes calcàries. Díez-Canseco et al., 2014 també van situar la transició K-Pg en aquestes calcàries, si bé van detectar un important hiatus sedimentari que abasta gran part del Danià.

El Garumnià vermell superior presenta una edat indeterminada entre el Danià i el Thanetià. Està format per lutites vermelles i cossos de gresos intercal·lats (Cuevas, 1992; Riera, 2010).

Els sediments o roques que estudiem en aquest treball es corresponen a la Formació Tremp tal com s'havia dit a Mey et al. (1968), però als anys 90, Cuevas (1992) i van revisar l'estratigrafia del Garumnià de la Conca de Tremp i van considerar que el terme Formació Tremp era massa extens i representava una varietat de litologies i ambients massa diversos. Així, van dividir la Formació Tremp en diverses formacions que es corresponien més o menys a cada un dels tipus de Garumnià. L'antiga Formació Tremp passava a ser un Grup. Aquestes divisions, que anaven en la línia del que ja havia dit Liebau (1973) i Eichenseer i Krauss (1985), eren (veure equivalències a la Figura 2):

- Formació La Posa: Lutites grises i blavoses i calcàries. Es correspon al Garumnià Gris.
- Formació Conques: Lutites vermelloses, gresos i conglomerats. Es correspon al primer tram del Garumnià vermell inferior.

- Formació Talarn: Lutites, gresos i conglomerats. Pertany també al Garumnià vermell inferior d'edat maastrichtiana segons Cuevas (1992), però Rosell et al. (2001) considera la unitat conglomeràtica de Talarn com a paleocena. Aquesta formació està formada per dipòsits al·luvials. Els cossos arenosos i conglomeràtics-arenosos, constitueixen els canals, corresponent les lutites encaixants a dipòsits de plana d'inundació formats per les lutites. El present treball se centra en aquesta formació.
- Formació Calcàries de Suterranya i Sant Salvador de Toló. Són l'equivalent a la conca de Tremp de les Calcàries de Vallcebre.
- Formació Esplugafreda: Lutites, gresos i conglomerats. Pertany al Garumnià vermell superior.
- Formació Claret: Lutites, gresos i conglomerats. Pertany també al Garumnià vermell superior.

Termes generals		Sinclinal de Tremp	
Mey et al. (1968)	Rosell et al. (2001)	Cuevas (1992)	
Tremp Fm	"Garumnià vermell superior"	Fm Claret	Grup Tremp
	"Calcàries de Vallcebre i equivalents"	Fm Esplugafreda	
		Fm St. Salv. de Toló ?	
	"Garumnià vermell inferior"	Fm Talarn	
	"Garumnià gris"	Fm Conques	
Fm Areny i altres	Fm Areny i altres	Fm La Posà	

Figura 2. Comparació entre les diferents terminologies que ha rebut la Fm Tremp o Garumnià. La proposta de Cuevas (1992) és d'aplicació exclusiva per al sinclinal de Tremp, mentre que les propostes de Mey et al., 1968 i Rosell et al. (2001) es poden aplicar als altres dipòsits maastrichtians i paleocens dels Pirineus catalans. Modificat de Cuevas (1992), Riera (2010) i Fondevilla et al. (2019).

Dins de la Formació Esplugafreda i Sant Salvador de Toló cal esmentar la presència d'un horitzó de lutites violetes i guixos que aflora a tot el sinclinal de Tremp. Rep el nom d'horitzó Tremp-Colmenar (Krauss, 1990) i servirà per a la correlació en el present treball.

5.4. Descripció de l'àrea d'estudi entre Tremp, Talarn i Gurb

Pel que fa a la geologia, s'observa que els afloraments de la Formació Talarn (part superior del Garumnià vermell inferior) estan formats per argiles vermelles i ocres, lutites, gresos i conglomerats (Cuevas, 1992). El límit inferior d'aquesta formació és diferent segons la seva àrea:

- a l'oest de la Noguera Pallaresa bé donat per un contacte brusc de gresos i conglomerats a sobre de les lutites de la Formació Conques.
- a l'est de la Noguera Pallaresa, el contacte es produueix per un trànsit ràpid de les lutites ocres de la formació Conques i les lutites i gresos vermells equivalents als conglomerats i gresos de la Formació Talarn, situats a l'oest del riu Conques.

Pel que fa al límit superior d'aquesta formació:

- a l'oest de la Noguera Pallaresa, al sostre de la Formació Talarn, bé donat per un pas brusc de lutites de color vermell intens de la Formació Esplugafreda. En aquesta zona, el contacte coincideix amb el nivell de guix, compacte, de color violeta que es pot seguir al llarg del barranc del Seròs.
- a l'est de la Noguera Pallaresa, al sostre de la Formació Talarn, es situa mitjançant un contacte normal, les capes discontinues de les calcàries de Suterranya i Sant Salvador.

Rosell et al. (2010) i Pujalte y Schmitz (2005), però, situen la Formació Talarn en una posició estratigràfica equivalent a les calcàries de Sant Salvador de Toló i Suterranya, cosa que implica que la seva edat és més jove que la proposada per Cuevas (1992).

Segons Cuevas (1992), en els nivells conglomeràtics els còdols estan formats majoritàriament per calcàries mesozoiques, i són freqüents els còdols de gresos permotriàsics i de gresos de la Formació Areny. També es poden trobar, de forma minoritària, còdols de roques paleozoiques. Ocasionalment es troben ossos de dinosaure i icnotraces, en llims i gresos fins.

Al sud-est de Gurp, la Formació Talarn es representa com una megasequència granodecreixent, amb cossos arenosos-conglomeràtics intercalats entre lutites i limolites cap a la base, que passen a cossos arenosos cap al sostre, al mateix temps que s'observa un progressiu increment de les lutites. La base correspon a les lutites de la Formació Conques, i el sostre a l'horitzó de guix que s'ha comentat anteriorment.

Als afloraments que trobem per la zona, destaquen les variacions laterals de potència, mida de gra i litologia. Així, la major proporció de conglomerats es dona en els marges del barranc de Seròs i de la Noguera Pallaresa, entre les poblacions de Tremp i Talarn i al Nord-Oest de Talarn. En aquesta zona els cossos arenosos-conglomeràtics són extensos i potents. Els paleocorrents indiquen el sentit de l'aport cap a l'oest i sud-est en els afloraments situats entre Tremp i Talarn, i cap al sud i sud-est en els afloraments

situats al nord i nord-est de Talarn, on els clasts de conglomerats presenten la seva mida més gran. Al est de la Noguera Pallaresa, la proporció de conglomerats es menor. Els cossos arenosos i arenós-conglomeràtics tendeixen a presentar geometries tabulars i lenticulars a gran escala. Aquests cossos es presenten desconectats entre sí, inclosos entre les lutites i llims de la Formació Talarn. Finalment, cap al sud de la Conca, i en l'àrea propera al flanc nord de l'anticlinal del Montsec, la proporció de nivells detritics grollers disminueix, així com la potència dels cossos arenós-conglomeràtics.

6. Resultats

6.1. Cartografia de fotohoritzons de la zona d'estudi

L'anàlisi de les imatges de Google Earth Pro de la zona ha permès identificar una sèrie de fotohoritzons que representen contactes litològics útils per a poder establir criteris de correlació de columnes. En la Figura 3A s'hi pot observar la base dels conglomerats i el sostre de la Formació Areny (vermell i verd, respectivament); també s'han pogut reseguir alguns fotohoritzons addicionals, que en la Figura 3A apareixen en color groc, i corresponen a cossos de gresos situats per sota de la unitat conglomeràtica però que no ens han servit per fer correlacions. S'ha pogut cartografiar un nivell d'argiles rosades amb nòduls de calitx que es troben tant en el sector de Gurp com en el de Talarn, i per sobre d'aquest, hi ha un nivell de guixos, que en la cartografia es representen de color violeta i que apareixen a la columna del sector Gurp. Aquest nivell de guixos s'ha pogut identificar com a l'horitzó Tremp-Colmenar (segons Krauss, 1990). En el sector de Talarn no apareixen, probablement per la mala condició d'afforament dels dipòsits situats sobre els conglomerats. A més a més, la figura mostra el trajecte recorregut en mesurat les columnes en forma de línia reseguida de color blau mari.

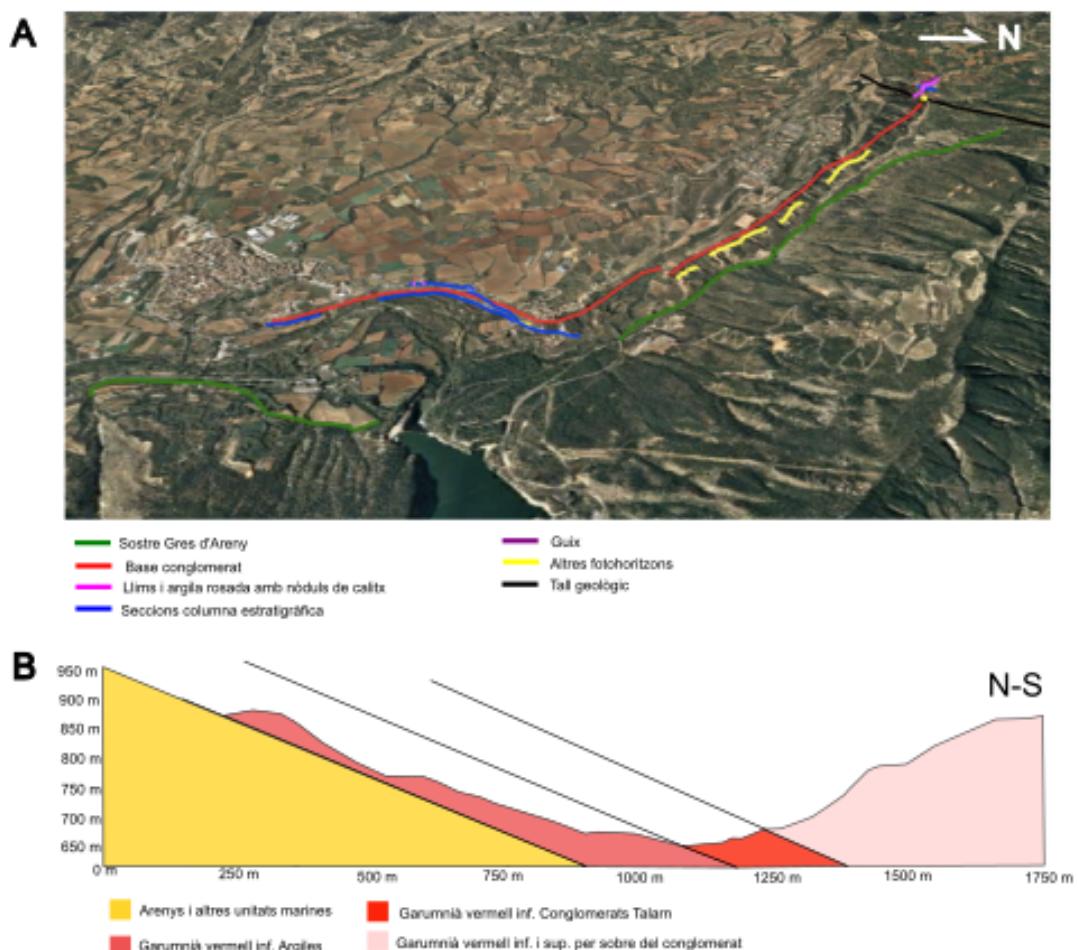


Figura 3. A, Cartografia fotohoritzons de Tremp-Talarn-Gurp. B, Tall geològic N-S de la zona estudiada.

S'observa de color negre i que talla en direcció nord-sud, una línia negra que representa un tall geològic (Figura 3.B). El tall serveix per mesurar la potència entre el sostre de la Formació Areny i la base dels conglomerats de Talarn, i s'ha calculat amb la intenció de correlacionar la zona d'estudi amb altres zones de la Conca de Tremp (veure Discussió). Aquesta mesura calculada és de 100 m de potència. Durant el treball de camp es va visitar acquest contacte, en el qual es van identificar nombrosos exemplars del gasteròpode *Lychnus* (veure figures annexes).

6.2. Característiques litològiques observades a l'àrea d'estudi

S'han mesurat 5 columnes estratigràfiques entre els sectors de Tremp, Talarn i Gurp amb la intenció d'esbrinar les característiques litològiques dels dipòsits gresosos i conglomeràtics i per tal d'establir la posició estratigràfica dels mateixos dins l'esquema general del Garumnià vermell inferior. Aquestes seccions poden observar-se, juntament

amb les seves descripcions, en l'Annex (Figures annexes 1-3). A continuació es presenta un resum de les característiques principals que s'han observat.

En general, a la zona d'estudi la successió estudiada presenta alternances entre gresos amb tendències grandodecreixents i granocreixents i lutites vermelloses i ocres, tot i que podem veure alguna aparició discontinua de cossos de conglomerats amb poca continuïtat lateral com en el cas que tenim a la columna del sector Talarn, en l'aflorament de la carretera (veure Annex i Figura 4). Per sobre d'aquestes unitats gresoses apareixen nivells més grollers com són els conglomerats, que apareixen alternats amb gresos. Aquestes unitats conglomeràtiques i gresoses apareixen tant a Tremp com a Talarn, i es poden correlacionar cartogràficament (Figura 3A). A Gurp (oest), en canvi, no apareixen, sinó que trobem els seus equivalents laterals en forma de gresos que presenten superfícies d'acreció lateral.

Per sobre de la unitat conglomeràtica i els seus equivalents laterals , al sector Gurp predominen estrats de gresos de poca potència disposats en superfícies d'acreció lateral (Figura annexa 4) i que apareixen alternats amb dipòsits de lutites vermelles i ocres. S'han trobat petjades de dinosaure a la base d'aquests estrats de gresos, preservades com a motlles naturals (Figura 6 i Figures annexes 5 i 6). Pel que fa a la base de la unitat conglomeràtica de Talarn (Figura 3A i annexa 7B), en el sector de Gurp s'observa que aquesta presenta unes característiques de base erosiva.

En aquest sector i en el de Talarn la successió sedimentària continua amb un nivell d'argiles rosades amb nòduls edàfics blanquinosos de carbonat de calci (apareixen en rosa a la Figura 3A).

Per últim, al sector de Gurp trobem l'horitzó Tremp-Colmenar, caracteritzat per argiles violetes amb guix laminar (color violeta a la Figura 3A).

A grans trets, la potència dels conglomerats i els seus equivalents laterals gresosos de l'oest és més importants en els sectors de Talarn i Tremp. A Gurp, en canvi, gairebé afloren conglomerats. Això implica que aquests conglomerats passen lateralment a litologies més fines (gresos) que presenten una arquitectura d'acreció lateral.

Els horitzons cartografiats a la Figura 3A permeten correlacionar els diferents sectors estudiats i alhora, correlacionar la zona d'estudi amb altres indrets de la Conca de Tremp, tal com mostra la Figura 5.

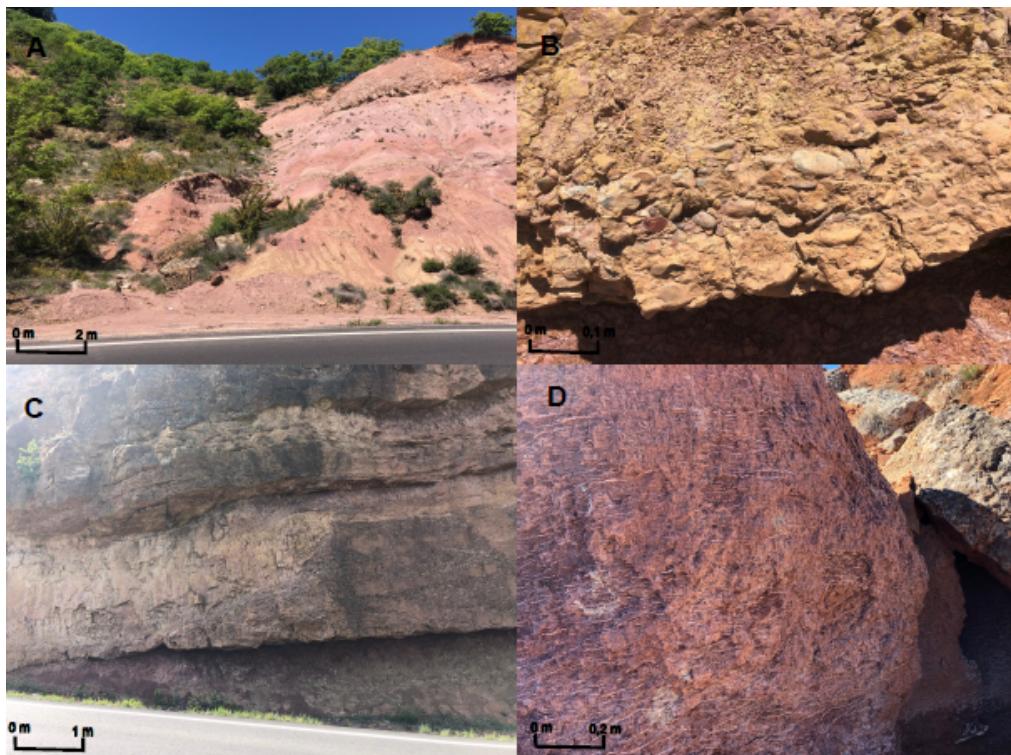


Figura 4. Unitats litològiques apreciades al camp. A. Argila versicolora (vermella, marró i ocre). B. Conglomerat de Talarn. C. Gres. D. Guix laminar situat a la columna de Gurp (Horitzó Tremp-Colmenar).

7. Discussió

7.1. Posició estratigràfica dels conglomerats de Talarn

Un cop construït el panell de correlació (Figura 5), que integra dades mesurades al camp i calculades al tall, s'observa que la base dels conglomerats de Talarn (els quals mesuren uns 20-30 m de potència al llarg de la zona d'estudi) es troba en una posició estratigràfica similar a l'hiatus sedimentari definit per Fondevilla et al. (2016) a l'est de la zona d'estudi, Orcau (Figura 1B). Aquest hiatus sedimentari s'ha identificat a la Conca de Tremp mitjançant dades magnetostratigràfiques (salt del crom C31r al crom C29r del Maastrichtià, sense presència dels crons C31n, C30r i C30n) i bioestratigràfiques de foraminífers planctònics (Díez-Canseco et al. 2014). Per tant, la incisió observada a la Figura 6, equivalent estratigràficament a l'hiatus, podria indicar/confirmar amb dades sedimentològiques la presència de l'hiatus.

La posició exacta de la transició Cretaci-Paleogen a la Conca de Tremp ha estat objecte de debat (Riera, 2010). Els treballs més recents (Díez Canseco et al., 2014) situen la transició a la base de les calcàries de Suterranya i Sant Salvador de Toló (basant-se en dades de foraminífers planctònics de la zona). Aquestes calcàries també afloren a la zona d'Orcau (veure Figura 5). Segons Riera (2010) aquestes calcàries passen lateralment cap a l'oest a una unitat argilosa rosada amb abundants nòduls edàfics

(veure correlació a la figura 5, entre les seccions II i III). Aquest canvi lateral es pot explicar per un canvi lateral de fàcies lacustres, amb presència de làmina d'aigua, a facies palustres amb paleosols cap a l'oest. Aquest equivalent lateral de les calcàries de Suterranya i Sant Salvador de Toló equivaldria al nivell de correlació de les argiles amb nòduls edàfics descrit al sectors de Talarn i Gurb. D'aquesta manera, el sostre dels conglomerats queden bastants metres per sota de la transició Cretaci-Paleogen (uns 25-30 metres, veure Figura 5). Això implica que la unitat de conglomerats de Talarn no representa un Maastrichtià terminal, és a dir, com s'havia il·lustrat a la figura 8 de Fondevilla et al. (2016).

En qualsevol cas, el fet d'haver enquadrat la unitat conglomeràtica per sota de les argiles amb nòduls edàfics que indiquen la transició Cretaci-Paleogen, i el fet de trobar petjades de dinosaures (restes *in situ* de dinosaures, veure Vila et al., 2013) en nivells de gresos per sobre dels conglomerats al sector de Gurb (veure figura 5), confirmen que la unitat estudiada forma part del Cretaci (Maastrichtià superior), resultat que va en la línia del que van dir autors com Cuevas (1992) i Fondevilla et al. (2016), entre d'altres, i contradiu autors com Rosell et al. (2001), que consideraven que el conglomerat pertanyia al Paleocè.

Es pensava (V. Fondevilla, comunicació personal), que aquests conglomerats podien ser equivalents a una unitat coneguda com a Gres amb rèptils del Garumnià del sinclinal de Vallcebre, la qual es troba just abans de la transició Cretaci-Paleogen (Oms et al., 2007). Les dades obtingudes en aquest treball indicarien que probablement no són equivalents, perquè els conglomerats de la zona estudiada estan situats en una posició estratigràfica més baixa, a bastants metres de la transició Cretaci-Paleogen.

El que si és possible, és que els conglomerats de Talarn i les bretxes del Coll de la Trapa, estiguin relacionats per una mateixa pulsació tectònica dels encavalcaments de Bóixols i Pedraforca superior, respectivament.

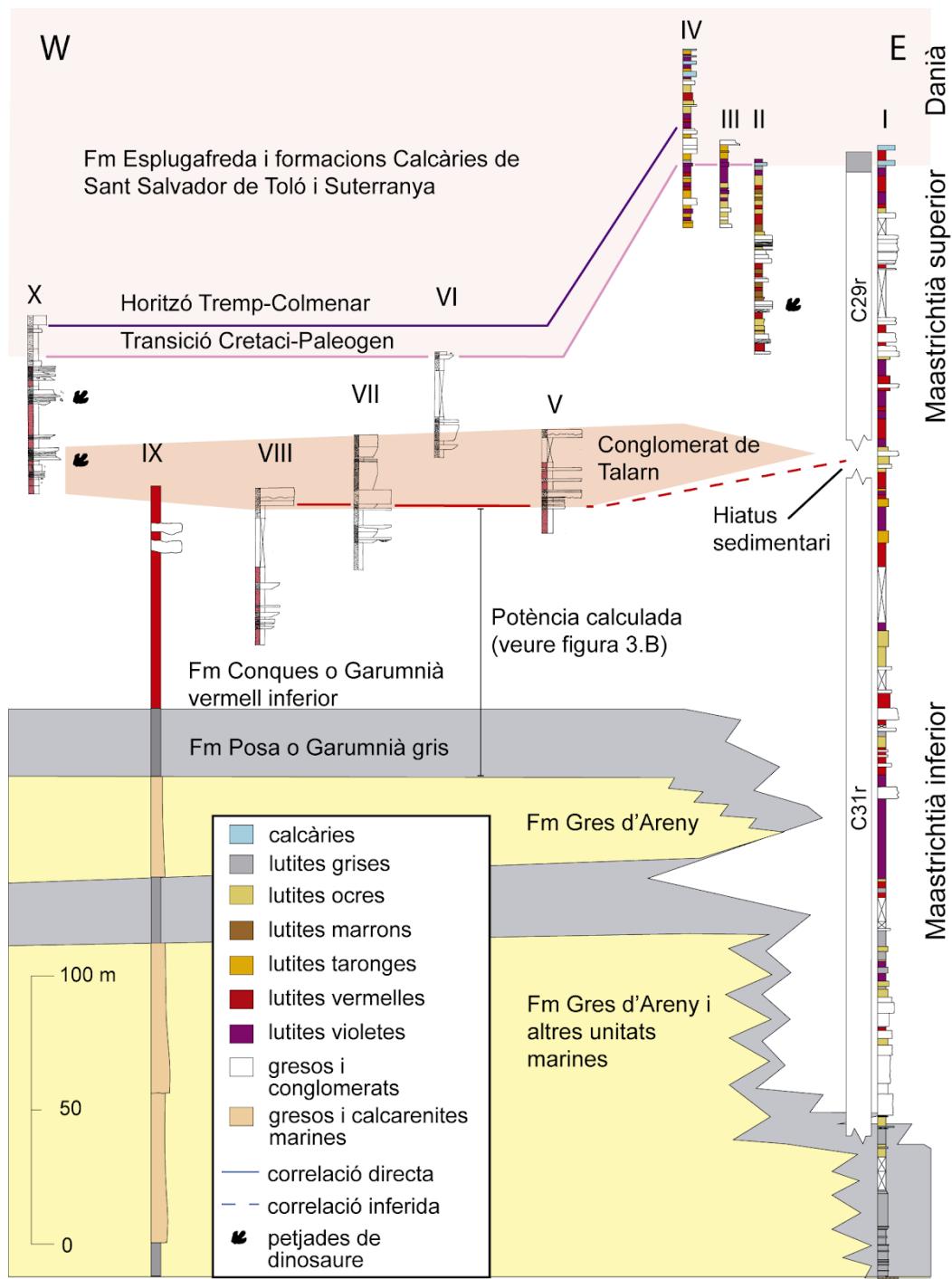


Figura 5. Panell de correlació de les columnes de la meva zona d'estudi amb les columnes d'Orcau i el Puig-pedrós. Panell elaborat conjuntament amb el Víctor Fondevilla. La secció I pertany a Fondevilla et al. (2019). Les seccions II-IV pertanyen a Riera (2010). La secció IX pertany a Caus et al. (2016). Les seccions V-VIII i X s'han mesurat en aquest treball.

Els guixos laminars que apareixen a Gurb (veure Figura 3A, Figura 4D i Figura 5) han estat identificats com a l'horitzó Tremp-Colmenar, seguint la descripció de Krauss (1990). El que s'ha comprobat és que, a diferència del que deia l'autora, l'horitzó d'argiles rosades amb nòduls edàfics i l'horitzó Tremp-Colmenar són estrats diferents (Figures Annexes 7 i 8). L'interval estratigràfic comprès entre les argiles amb nòduls i

els guixos només apareix enregistrat a més a més de Gurp, a la secció del Puig-Pedrós (veure secció IV a la Figura 5). La secció del Puig-Pedrós està formada per una successió d'argiles vermelles, taronges, violetes i ocres amb gresos intercalats compresa dins de la les calcàries de Sant Salvador de Toló, al sector oriental de la Conca de Tremp. Per tant, l'únic lloc fora del sector oriental on es preserva aquesta successió (encara que de forma relict) és a Gurp, mentre que cap a l'oest (localitats de Sapeira, Areny i Campo, desapareix a causa de l'erosió provocada per la sedimentació dels materials del Garumnià vermell superior.

7.2. Interpretació dels dipòsits sedimentaris de Tremp-Talarn-Gurp

Els gresos generalment presenten textures estrato i grano decreixents. L'arquitectura d'aquests gresos, que estan intercalats entre nivells d'argiles, estan disposats en superfícies d'acreció lateral que donen lloc a estratificació heterolítica inclinada (Figures annexa 4). Hi ha molta bioturbació que a vegades enmascara les estructures sedimentàries originals.

Aquestes idees fan pensar que l'origen dels gresos són cursos meandriformes (Miall, 1996). Aquest tipus de cursos meandriformes s'han descrit ampliament al Garumnià vermell inferior (Riera, 2010; Vila et al., 2013; Díez-Canseco et al., 2014). A més a més Díez-Canseco et al. (2014) han descrit la presència de foraminífers planctònics no retraballats i de glauconita, cosa que evidencia una certa influència marina, en aquests cursos meandriformes.

Tenint en compte el predomini de cursos meandriformes a la conca es pot interpretar que les unitats conglomeràtiques representarien les parts més proximals d'aquests cursos que estarien més a prop del relleu de Bóixols (Figura 8). Això lliga amb el model presentat a (Gómez-Gras, 2016), on el sector de Talarn es mostra com un sistema transversal que se superposa al sistema axial de la conca. Els paleocorrents est i oest de Cuevas (1992) lliguen en aquest model.

8. Conclusions

La zona d'estudi presenta nivells de correlació molt extensos. Aquests nivells permeten una correlació entre els afloraments de l'est de la zona d'estudi i els de l'oest (Tremp-Gurp).

La cartografia d'aquests nivells i la successió vertical permeten correlacionar la zona d'estudi amb la resta de la conca de Tremp (sector d'Isona).

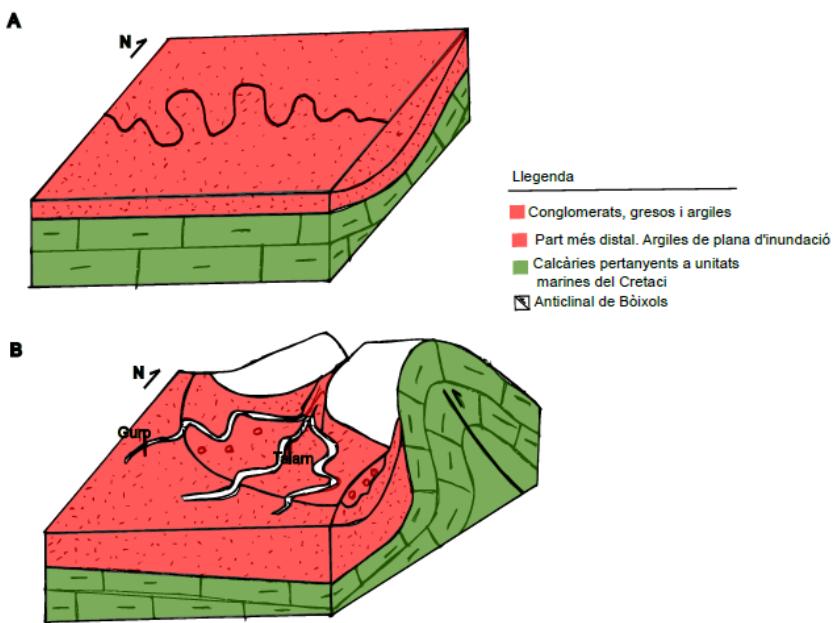


Figura 8. A. Sistema axial que representa el sector d'Orcau. B. Sistema transversal que fa referència a les zones d'estudi de Gurb i Talarn.

S'ha superat els objectius principals i s'ha anat més enllà. S'ha pogut correlacionar el nivell de Talarn, però també els nivells que hi han per damunt, límit Tremp-Colmenar i base del Garumnià vermell superior. La base d'aquest Garumnià vermell superior es correspon amb els nivells versicolors de la successió del Puig-Pedrós.

Sembla que la meva zona d'estudi està en una zona relativament amb menys acomodació que altres parts de la conca (sector d'Orcau, veure Figura 5).

Els resultats d'aquest treball indiquen que la hipòtesi de partida no era del tot vàlida. S'ha demostrat que el conglomerat era del Cretaci, com han fet referència altres autors, però no correspon a la part terminal del Maastrichtià, ja que està fins a 30 metres per sota del nivell que es considera K-Pg.

El meu treball confirma que els conglomerats de Talarn van associats a una reactivació de l'anticlinal de Sant Corneli (límit de seqüència) que comporta un hiatus erosiu i un augment de la granolumetria en línia amb el que apuntava Ardèvol, 2000)

Una cosa que cal mirar en el futur es si el nivell de correlació on trobem el *Lychnus* apareix a l'altre costat del riu Noguera Pallaresa (Oest de la presa de Tremp).

9. Bibliografia

- Ardèvol, L., Klimowitz, J., Malagón, J., Nagtegaal, P.J., 2000. Depositional sequence response to foreland deformation in the Upper Cretaceous of the Southern Pyrenees, Spain. *AAPG Bull.* 84 (4), 566–587.
- Bill Clark., 2019. Earth Point. Disponible a: www.earthpoint.us/Convert.aspx. (Visitat el 30-5-19).
- Caus, E., Frisia, G., Parente, M., Robles-Salcedo, R., Villalonga, R., 2016. Constraining the age of the last marine sediments in the late Cretaceous of central south Pyrenees (NE Spain): insights from larger benthic foraminifera and strontium isotope stratigraphy. *Cretaceous Research* 57, 402–413.
- Canudo, J. I., Oms, O., Vila, B., Galobart, À., Fondevilla, V., Puértolas-Pascual, E., Sellés, A. G., Cruzado-Caballero, P., Dinarès-Turell, J., Vicens, E., Castanera, D., Company, J., Burrel, L., Estrada, R., Marmi, J., Blanco, A. 2016. The upper Maastrichtian dinosaur fossil record from the southern Pyrenees and its contribution to the topic of the Cretaceous–Palaeogene mass extinction event. *Cretaceous Research* 57, 540-551.
- Cuevas, J.L., 1992; Estratigrafia del "Garumniense" de la Conca de Tremp. Prepirineo de Lérida. *Acta Geol. Hisp.*, 27:95-108.
- Díez-Canseco, D., Arz, J. A., Benito, M. I., Díaz-Molina, M., & Arenillas, I. (2014). Tidal influence in redbeds: a palaeoenvironmental and biochronostratigraphic reconstruction of the Lower Tremp Formation (South-Central Pyrenees, Spain) around the Cretaceous/Paleogene boundary. *Sedimentary Geology*, 312, 31-49.
- Diaz Molina. M; Sedimentación sintectónica asociada a una subida relativa del nivel del mar durante el Cretácico superior (Fm. Tremp, provincia de Lerida). *Estudios geol. vol extr. Galve-Tremp* (1987), 69-93.
- Fondevilla, V., Dinarès-Turell, J., Vila, B., Le Loeuff, J., Estrada, R., Oms, O., Galobart, À., 2016. Magnetostratigraphy of the Maastrichtian continental record in the Upper Aude Valley (northern Pyrenees, France): placing age constraints on the succession of dinosaur-bearing sites. *Cretaceous Research* 57, 457–472.
- Fondevilla, V., 2017; Resigstre geològic, paleoambiental i sucessió dels darrers dinosaures del sud-oest europeu. *Tesi doctoral Victor Fondevilla*, 2017.
- Fondevilla, V., Riera, V., Vila, B., Sellés, A.G., Dinarès-Turell, J., Vicens, E., Gaete, R., Oms, O., Galobart. À. (2019). Chronostratigraphic synthesis of the latest Cretaceous dinosaur turnover in south-western Europe. *Earth-Science Reviews*, 191, 168-189.
- Gómez-Gras, D., Roigé, M., Fondevilla, V., Oms, O., Boya, S., Remacha, E., 2016. Provenance constraints on the Tremp Formation paleogeography (southern Pyrenees): EbroMassifVS Pyrenees sources. *Cretaceous Research* 57, 414–427.
- Institut geològic i geografic de Catalunya, 2019. Vissir3. Disponible a: <http://www.icc.cat/vissir3/>. (Visitat el 28-4-19).
- Institut geològic i geografic de Catalunya, 2019. Portal beta. Disponible a: http://betaportal.icgc.cat/visor/client_utfgrid_geo.html (Visitat el 9-6-19)
- Krauss, S., 1990. Stratigraphy and Facies of the "Garumnian" - Late Cretaceous to Early Paleogene - in the Tremp Region, Central Southern Pyrenees, Tübingen Geowissenschaftliche Arbeiten. Reihe A. Nr. 11, Tübingen, 152 p.
- Mattauer, M. 1968. Les traits structuraux essentiels de la chaîne pyrénéenne: *Revue de Géographie Physique et Géologie Dynamique*, v. 10, 3-11.
- Mey, P.H.W.; Nagtegaal, P.J.C; Roberti, K.J; Hartevelt, J., 1968; Lithostratigrafic subdivision of post-hercynian deposits in the south-central pyrenees, spain. *LEIDSE GEOLOGISCHE MEDEDELINGEN*, Vol. 41, pp. 221—228,
- Miall, .AD. 1996. The geology of fluvial deposits. Berlin: Springer-Verlag. 582 p.
- Oms, O., Dinarès-Turell, J., Vicens, E., Estrada, R., Vila, B., Galobart, À., Bravo, A.M., 2007. Integrated stratigraphy from the Vallcebre Basin (southeastern Pyrenees, Spain): new insights on the continental Cretaceous–Tertiary transition in southwest Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255, 35–47.
- Pereda-Suberbiola, X., Canudo, J. I., Cruzado-Caballero, P., Barco, J. L., López-Martínez, N., Oms, O., & Ruiz-Omenaca, J. I. (2009). The last hadrosaurid dinosaurs of Europe: a new lambeosaurine from the uppermost Cretaceous of Arén (Huesca, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 8(6), 559-572.
- Pujalte. V; Schmitz. B; Revisión de la estratigrafía del Grupo Tremp (<Garumniense>, Cuenca de Tremp-Graus, Pirineos meridionales). *Geogaceta*, 38 2005.
- Rosell, J; Linares, R; Llompart, C., 2001; El "Garumniense" Prepirenaico. *Rev. Soc. Geol. España*, 14(2-1), 2001.
- Riera, V., 2010; Estudio integrado (geología y paleontología) de la sucesión de dinosaurios (Maastrichtiense) de la vertiente surpirenaica. *Tesi doctoral Violeta Rubio*, 2010.
- Vila, B., Oms, O., Fondevilla, V., Gaete, R., Galobart, A., Riera, V., Canudo, J.I., 2013. The latest 22succession of dinosaur tracksites in Europe: hadrosaur ichnology, track production and palaeoenvironments. *PloS One* 8, e72579.

10. Annex

10.1. Columnes estratigràfiques i descripció litològica

10.1.1. Sector de Tremp

S'observa que després dels 9 metres d'argiles vermelles a la base, tenim una alternança d'argiles i gresos. Aquests gresos en ocasions s'atasconen. Sembla ser que després d'aquesta alternança ja no tenim més gres en aquesta zona, i passem a tenir materials més grollers, com són els conglomerats. A la part final de la columna hi ha els conglomerats de Talarn. Els podem correlacionar amb els conglomerats del sector Talarn, els que veiem sota el poble i que segueixen per l'aflorament de la carretera.

10.1.2. Sector de Talarn

Pel sector Talarn, s'han l'elaborat de tres columnes estratigràfiques d'ubicacions diferents dins la mateixa zona de Talarn. La suma d'elles ens dona informació sobre la successió estratigràfica completa. S'observa que a la base tenim un nivell d'argiles vermelles, per sobre el qual tenim una alternança d'argiles i gresos, com ens passa a la part inferior de la columna estratigràfica del sector Tremp. Aquests nivells d'argila i gresos són compatibles amb acrecions laterals de cursos meandriformes, i en alguns casos trobem molta bioturbació per arrels. De les tres columnes, a la tercera observem l'aparició de conglomerats, que són els mateixos que s'han esmentat anteriorment: conglomerats de Talarn, situats com a sòcol del poble de Talarn. Són els conglomerats que correlacionem amb els conglomerats de 6 metres de potència de la columna del mig, que l'ubiquem a l'aflorament de la carretera a uns 500 m del poble de Talarn. Per sobre d'aquest nivell de material groller apareix un primer nivell potent de gres d'uns 12 metres i el segueix uns nivells d'alternança gres-argila. A la part superior de la columna s'observa un nivell d'argiles vermelles amb nòduls de carbonat que tenen importància a l'hora de localitzar el límit Cretaci-Paleogen del sector Tremp-Talarn. Aquest material que apareix a la part final de la columna és el material que també trobem a la part superior de la columna del sector Gurp.

10.1.3. Sector de Gurp

S'observen uns primers nivells d'argila vermella que presenten *mottling* (coloracions produïdes per l'acció d'arrels), de base a sostre el *mottling* es torna més intens. Per sobre d'aquesta argila tenim un nivell heterolític gres-argila que ens indica la presència d'una arquitectura en forma de *point-bar*. També hi ha presència de llims i gresos amb bioturbació. Per sobre d'aquests nivells hi ha un nivell de gresos granodecreixents i a continuació tornem a tenir aquesta alternança gres-argila, que se'n repeteix al llarg de

la columna de forma cíclica. En aquests nivells trobem petjades de dinosaures. Després trobem argiles ocres per sota d'aquesta repetició dels nivells heterolítics, on aquest cop veiem que el gres s'atascona. També hi ha presència d'estructures de bidireccionalitat. Per sobre tenim un nivell d'argiles vermelles i ocres i argila amb nòduls de carbonat que són el que correlacionem amb l'argila rosada de la part final de la columna del sector Talarn. Per acabar la columna, s'ha observat un nivell de guix d'uns 3 metres, que representa el límit Tremp-Colmenar.

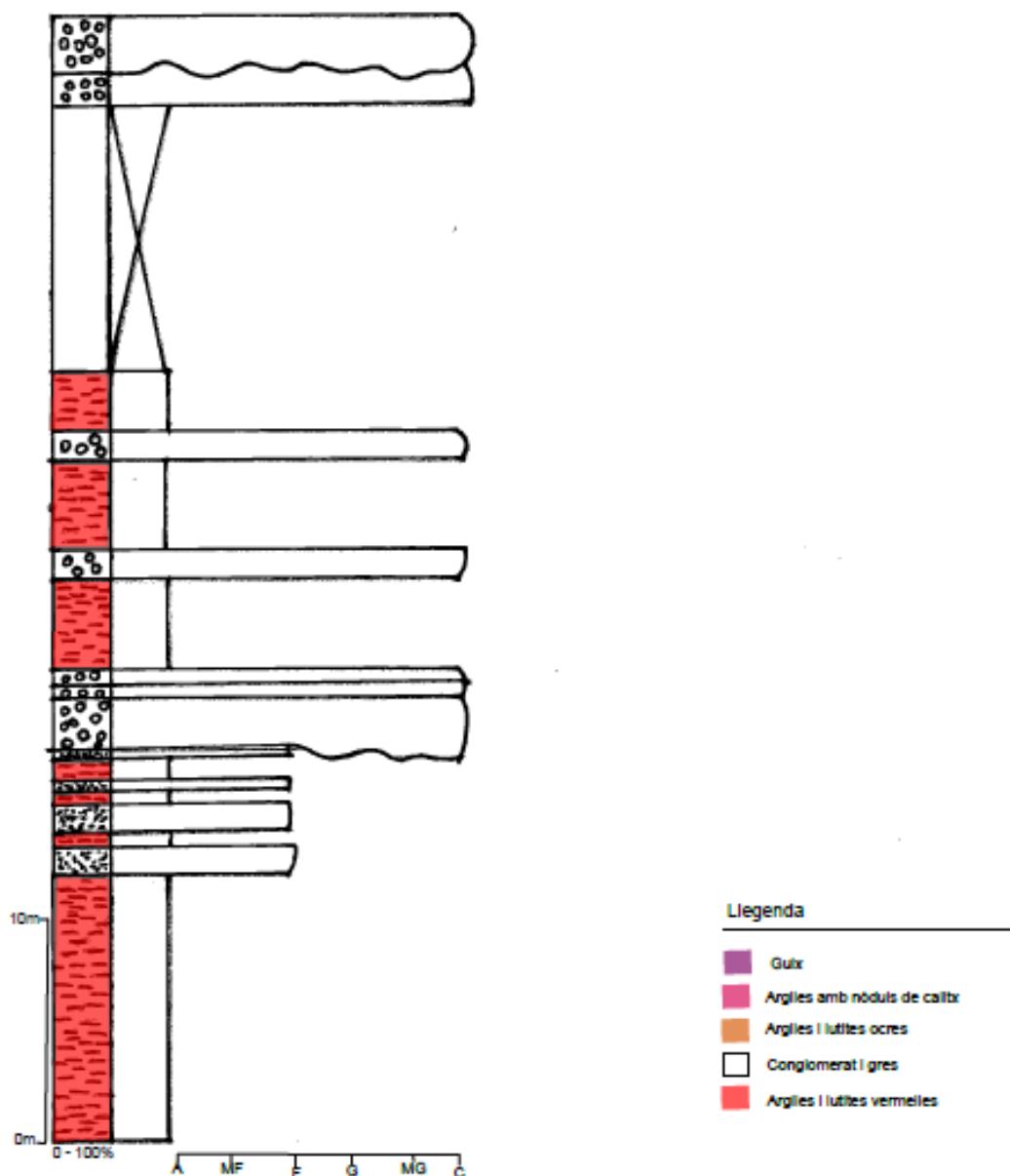


Figura Annexa 1. Columna sector Tremp.

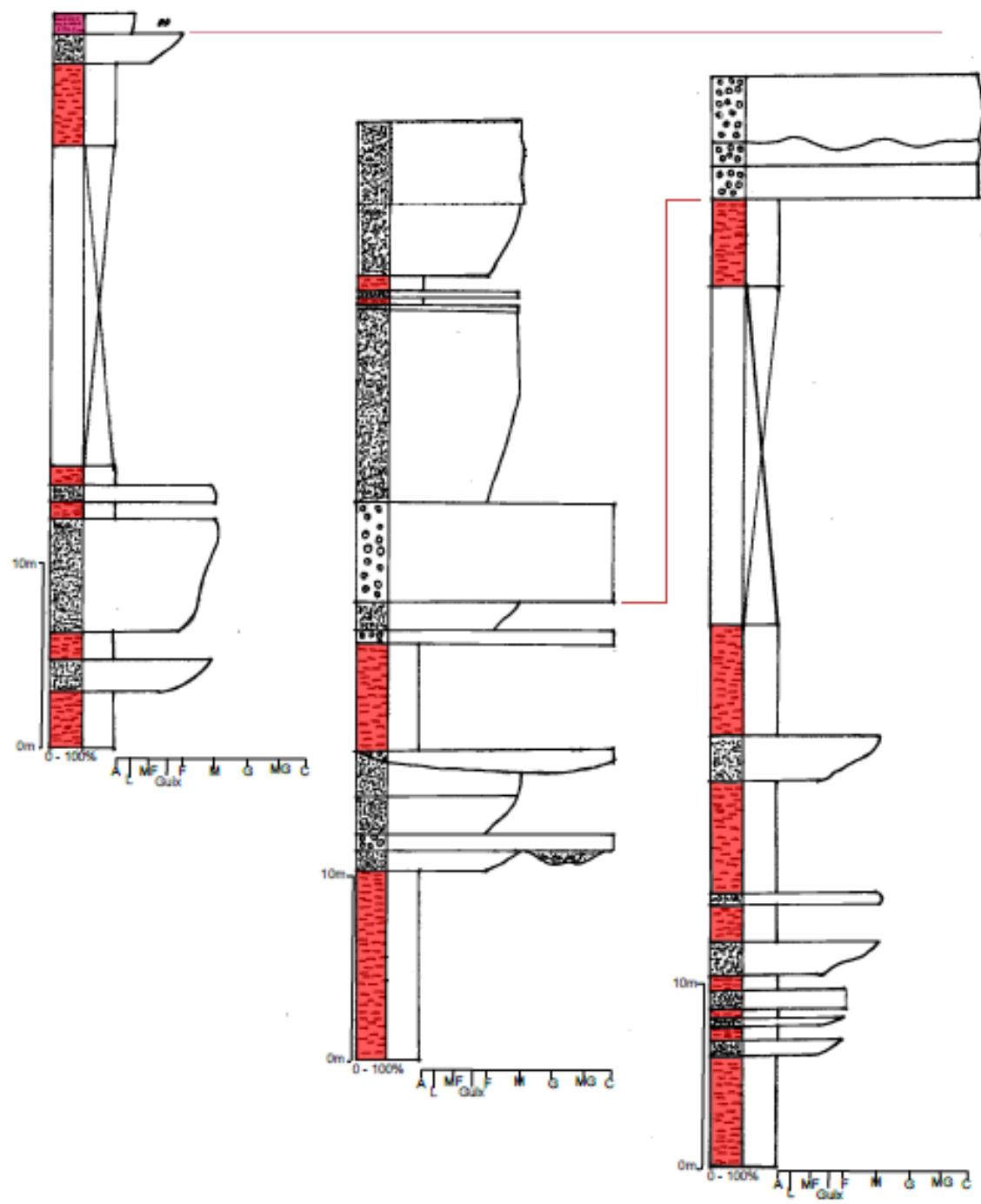


Figura Annexa 2. Columnes del sector Talarn.

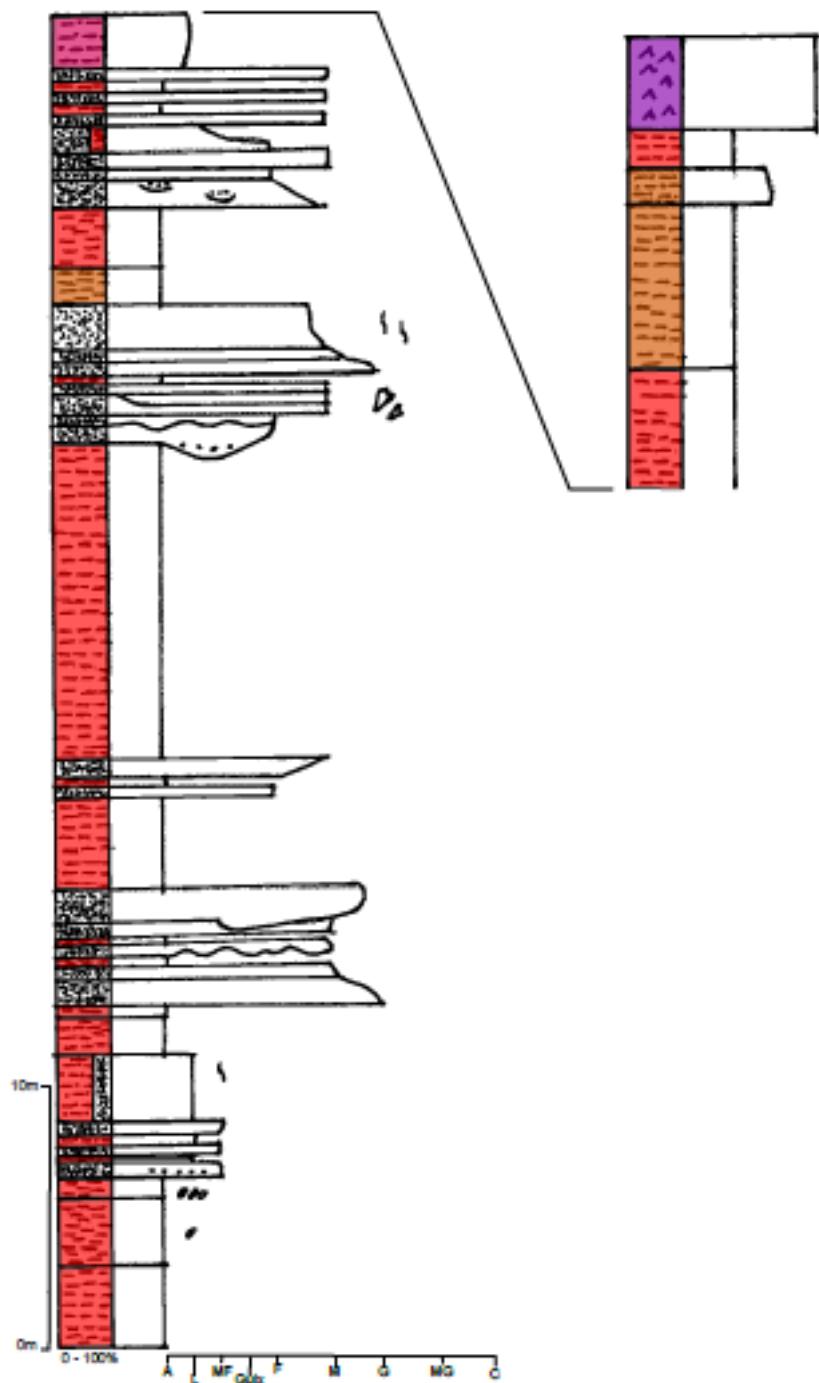


Figura Annexa 3. Columna sector GURP.

10.2. Fotografies, estructures i esquemes estratigràfics

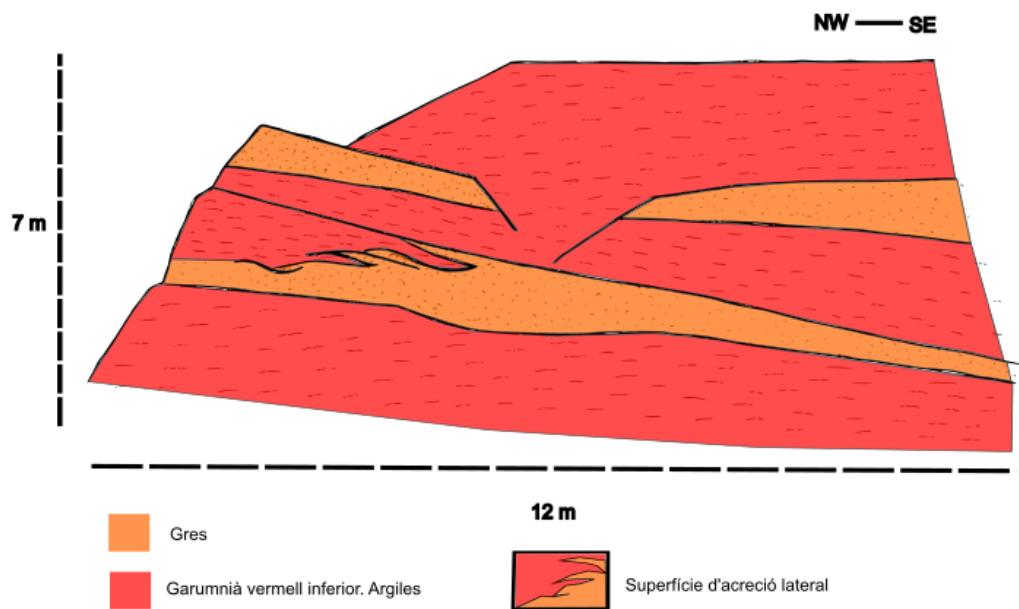


Figura Annexa 4. Esquema geològic d'un aflorament al sector Gurb, on veiem les unitats i els materials presents i la disposició en superfícies d'acreció lateral d'alguns cossos de gres. S'observa estratificació heterolítica inclinada.



Figura Annexa 5. A i C, estructures sedimentàries. B. Estructura formada degut al pes generat per un dinosaure.



Figura Annexa 6.A. Petjada de dinosaure en que veiem preservat 3 dits. B. Gasteròpode fossilitzat (*Lynchus*) al sostre de la Formació Areny. C. Petjada de dinosaure preservada.

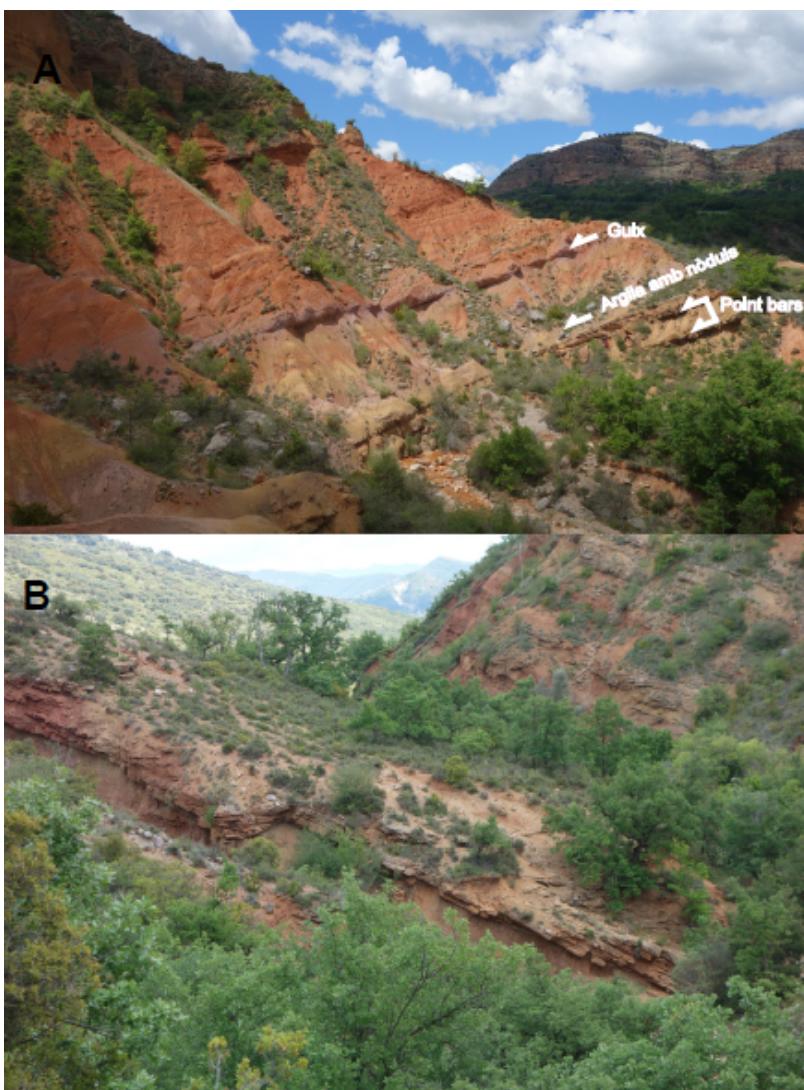


Figura Annexa 7. A. S'observa el nivell de guix que ens marca l'horitzó Tremp-Colmenar, les argiles amb nòduls que ens indiquen la transició K-Pg (Aquestes 2 unitats les veiem a la figura annexa 8 en l'esquema-síntesi) i les point-bars. S'aprecia barres de canals meandriformes formats per l'alternança de gres i argila. B. Base del conglomerat de Talarn al sector de Gurp, on forma una incisió.

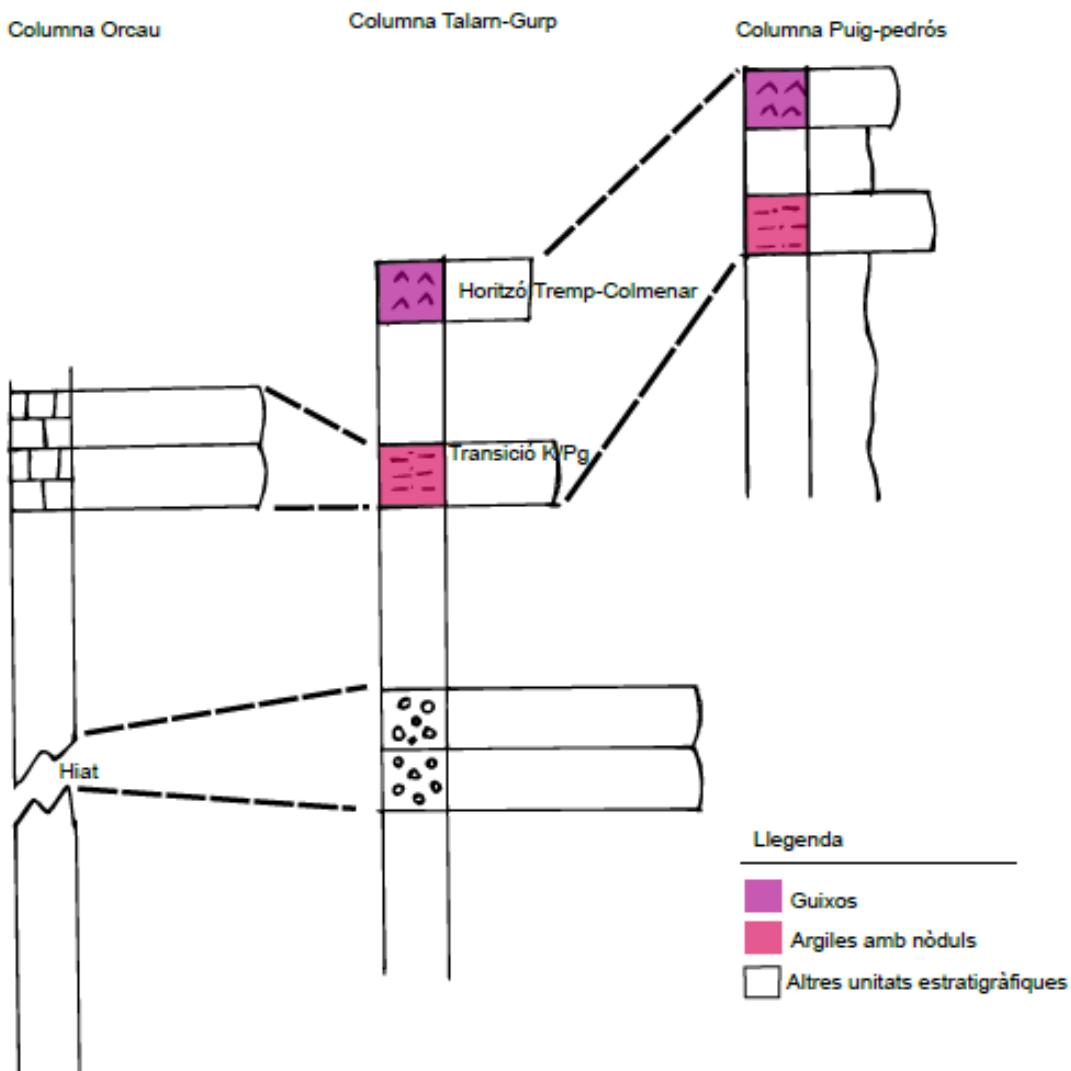


Figura Annexa 8. Esquema simplificat de la transició K-Pg a la zona d'estudi (veure també Figura 5).