

geología 18

Principado de Andorra



INTRODUCCIÓN

La zona estudiada se sitúa dentro del valle principal del río Valira, en el marco geográfico del Principado de Andorra, vertiente sur de los Pirineos orientales. El río Segre tiene por afluente al Valira (559 Km²) en su paso por La Seu d'Urgell (690 m), el cual a su vez se compone de los afluentes Valira del Nord (145 Km²) emplazado en materiales exclusivamente metamórficos (Fig. 1), el Valira d'Orient (166 Km²) y el Madriu (45 Km²) que presentan tanto litologías metamórficas como ígneas (Fig. 1). Este valle presenta un modelado glaciar muy evidente en la mitad norte del mismo (La Margineda, Santa Coloma, Andorra la Vella y Escaldes-Engordany), mientras que en la mitad sur, el modelado predominante es fluvial (Aixovall, Os de Civis, Sant Julià de Lòria).

VISITA A LOCALIDADES

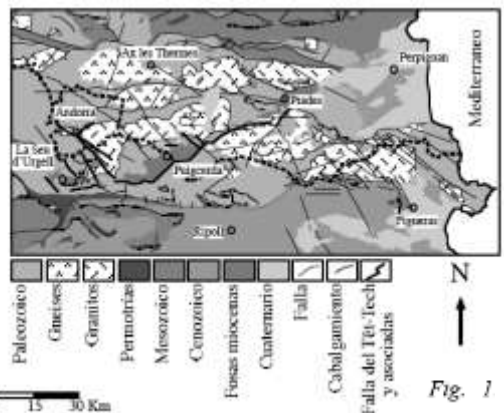
La localización de los lugares a visitar se han situado en el mapa de contexto geomorfológico. (Fig. 3).

1-La Bauma de la Margineda

A una cota altitudinal de 970 m se extiende una vasta Bauma abierta hacia el este en calcosquistos de un acantilado en la orilla derecha de la Valira, cerca de La Margineda.

EL GLACIARISMO

En el estudio geomorfológico sobre las montañas de Andorra que realizó Prat en 1980, sitúa la máxima extensión glaciar a una cota de 900 metros, en el pueblo de Sant Julià de Lòria, basándose en una serie de bloques morrénicos localizados en las laderas al sur de dicho pueblo. Turu et al. (2007) observa una fase de máxima extensión glaciar que supera los límites del territorio andorrano (Fig.2), junto con distintas fases de retroceso y avances del frente glaciar (Fig. 2). Esto también ha sido identificado por Turu et al. (2017), observando que los estadios climáticos globales fueron muy influyentes en la dinámica glaciar.



igeofundacio@andorra.ad

ISSN: 2603-8889 (versión digital)

Colección Geología.

Editada en Salamanca por Sociedad Geológica de España. Año 2018.

El descubrimiento del yacimiento arqueológico se debe a Pere Canturri, que junto con Joan Maluquer de Motes publicaron los hallazgos en la revista Zephyrus en 1962. Posteriormente las excavaciones fueron dirigidas por Jean Guilaine entre 1979-1991 desde el desaparecido centro de Perpiñán de l'Institut d'Estudis Andorrans (Fig. 4).

La interpretación paleoambiental se corresponde con duras condiciones climáticas post-glaciales reflejadas en los niveles con criolastos de la base. Una vegetación pionera de alta montaña durante el óptimo del Bolling-Allerod (capas 8 a 10), La presencia de arpones del Aziliense (capa 8), muestra claramente el paso de cazadores desde la cuenca del Ariege hacia el sur. La evolución paleoambiental muestra el deterioro de un bosque poco denso por parte de un clima más frío en el Younger Dryas (capa 7), con vegetación subalpina de pino negro,

un paisaje que corresponde a lo que hoy se encuentran por encima de los 1900 metros.



Fig. 2

La acción antrópica de recogida de madera cerca de la Bauma indica una incipiente gestión del medio natural. En el Preboreal la tendencia se invirtió (capas de 5 a 4base) y la tala de pino rojo y a continuación, aparece el abeto. En áreas de montaña, el abetal marca la llegada de condiciones más

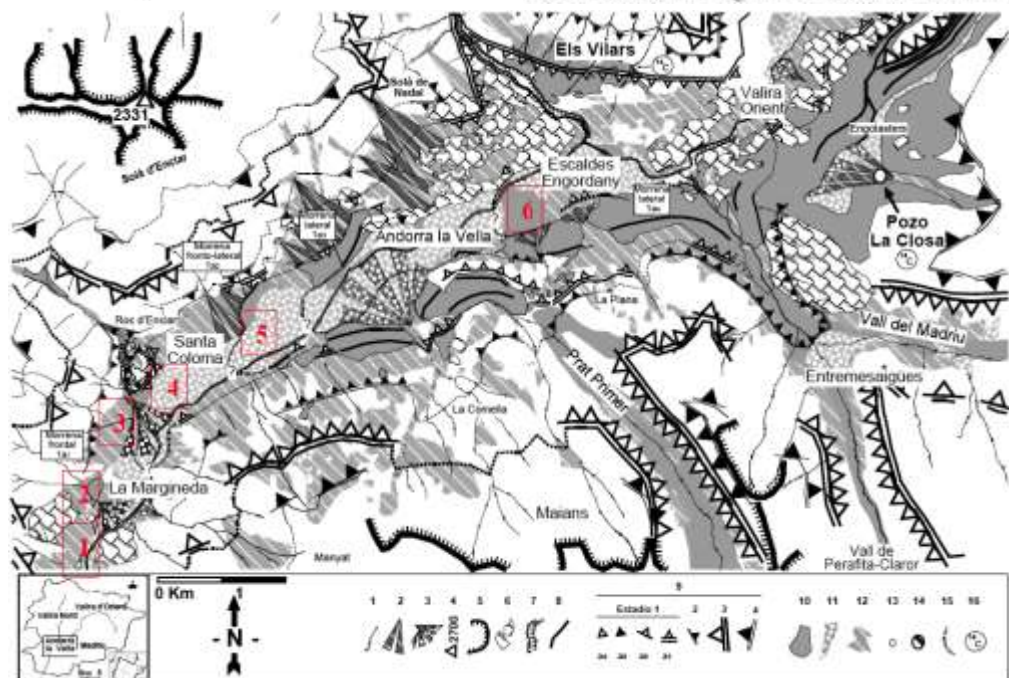
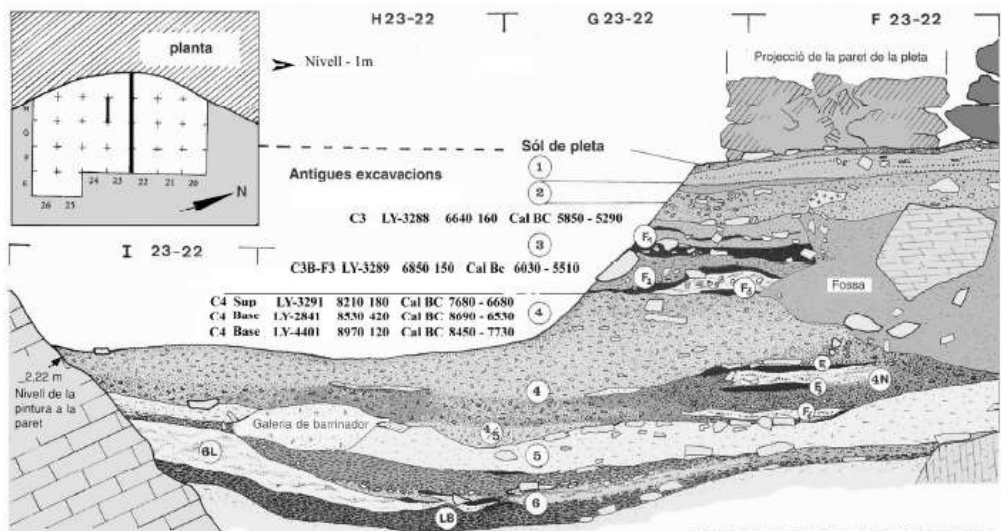


Fig. 3: Mapa geomorfológico del fondo del valle de Andorra. (1) red fluvial, (2) cono aluvial, (3) cono de deyección, (4) pico, (5) circo glaciar, (6) roca aborregada glaciar, (7) garganta subglaciar, (8) cordón morrénico, (9) hombreras glaciares según su edad relativa, (10) till indiferenciado, (11) aluvial, (12) coluvial, (13) sondeo con dataciones AMS, (14) muestra de ^{10}Be (AND 9), (15) frentes de retroceso glaciar en el estadio glaciar relativo más reciente (estadio 1), (16) lugares de donde se disponen dataciones de ^{14}C (Els Vilars, Closa).

húmedas que hacen prosperar el avellano, anunciando otras colonizaciones arbustivas. A partir de entonces (las capas 4N a 3) las coníferas sigue presentes en esta etapa, como el pino rojo, una especie termófila típica de la zona supramediterránea. La expansión del roble es seguido por una serie de caducifolios a lo largo de la terraza aluvial. Además de estas frondosas añaden

arbustos que colonizan los últimos espacios verdes: avellano y boj, el último que aparece esporádicamente al final de la secuencia. Desde el nivel 4 la Balma ya estaba cerca de los conjuntos forestales mesomediterráneo, en el límite del olivo, que actualmente influyen el sector de la Margineda y protegido por los efectos de su relieve.



BALMA DE LA MARGINEDA Secciones I 23 - F 23 i H 23 - H 24

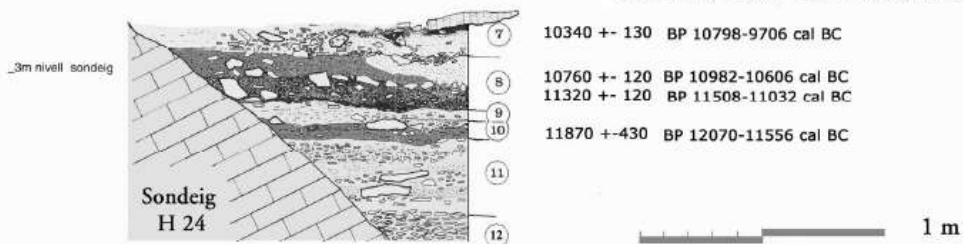
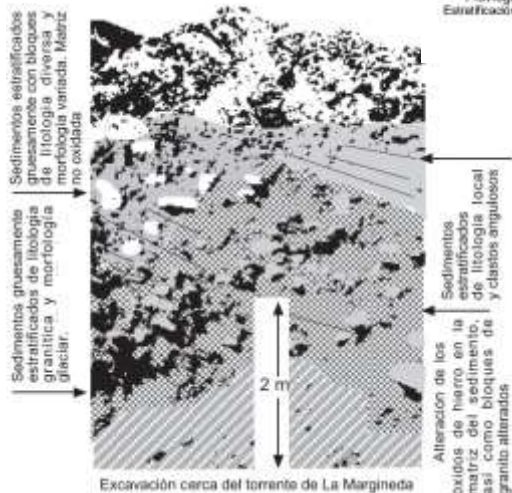


Fig. 4: Corte estratigráfico correspondiente al yacimiento arqueológico de la Balma de la Margineda (Guilaine & Martzluft, 1995, 2008) Unas 22 dataciones isotópicas han permitido contextualizar el análisis paleoambiental del registro sedimentario de la Balma de la Margineda. Se han detectado dos fases climáticas mayores formadas por oscilaciones de más corta duración. La primera fase (Capas 11 a 5) el clima oscila entre las condiciones duras y secas que culminan en el Dryas III (Capa 6 y base de la 7) y las condiciones más cálidas y húmedas donde el bosque de piso montano coloniza las vertientes. En la segunda fase (Capas 4 a 2) se instala de forma precoz (período Boreal) un importante bosque mesófilo, prácticamente un milenio antes de que el óptimo climático del período climático Atlántico.

Fig. 5: Descripción del afloramiento de bloques Morrénicos en la Margineda. (Turu & Peña 2006b)



El relleno sedimentario fue sellado por grandes bloques rocosos caídos de las paredes de la Bauma. Este puede ser dividido en tres unidades (Fig. 8). La primera consiste en niveles arenosos arrastrados por la escorrentía superficial desde la vertiente cuando la vegetación estaba poco desarrollada, junto con fragmentos de roca desprendidos de las paredes de la Bauma por gelificación (capas 12 a 5).

La segunda unidad incluye diferentes niveles de gravas (capa 4) originarias de la ladera, donde la fracción arenosa no se habría depositado en el yacimiento y la acción antrópica es importante (cenizas). Su parte superior (C4 sup.) Ha experimentado una fase erosiva (episodio de 8200 cal BP?). La última unidad está formada por limos y un manto más o menos orgánico producido por rebanoes de ovejas durante la ocupación neolítica (capa 3), que fueron parcialmente erosionados (capa 2). La capa superior (capa 1) comprende una tumba de la Edad Antigua tardía y diversos niveles históricos asociados con el pastoralismo.

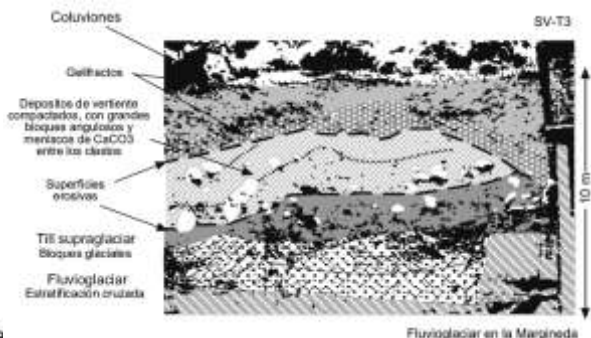


Fig. 6: Descripción de la terraza kame de La Margineda (Turu & Peña 2006b)

2-El lugar de la Margineda

Nussbaum (1934) sitúa la máxima extensión del glaciar principal cerca del puente de La Margineda, a 960 m de altura, en base a la acumulación de una serie de bloques morrénicos. Prat (1980) interpreta los sedimentos glaciares de La Margineda como una morrena de retroceso. Durante la construcción del Instituto de Bachillerato Español de Andorra (INEM) una acumulación de bloques subredondeados de granito en una matriz rojiza (Fig. 5) son atribuidos a una morrena de retroceso del Riss por Turu & Peña (2006). Todavía pueden observarse vestigios de los bloques morrénicos de litología granítica, pero contenidos en sedimentos de vertiente. Estos sedimentos han podido ser datados recientemente por luminiscencia óptica y presentan una edad de 91.000 ± 9.000 años (Turu et al., en preparación).

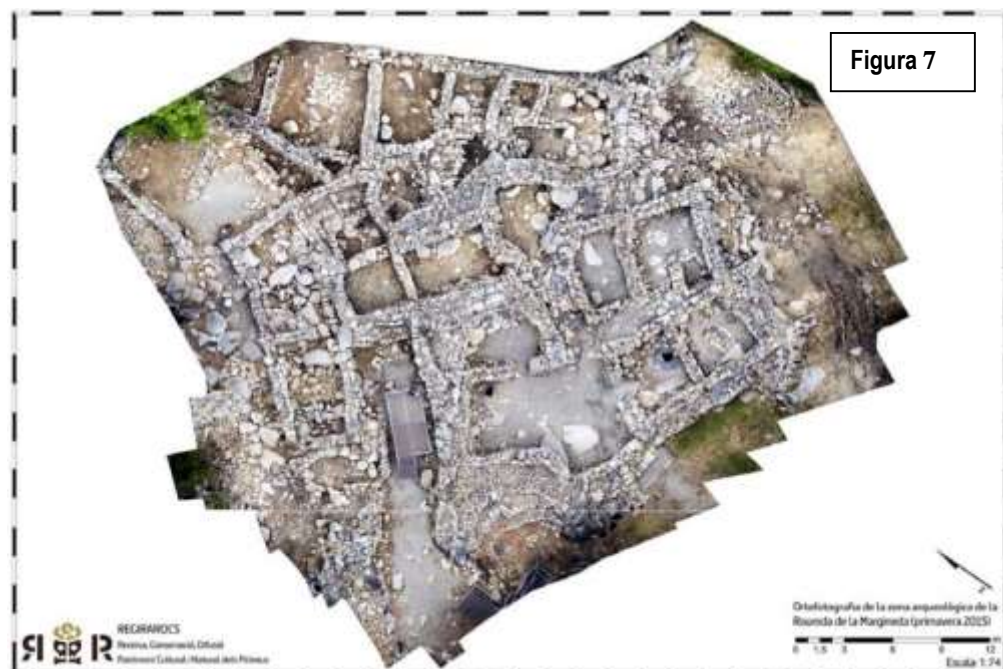
La lengua glaciar würmiense avanzó por encima, compactando los sedimentos. De su retroceso se conservan algunos bloques y sedimentos erráticos adosados en los laterales. Una vez el glaciar de Andorra se retira definitivamente hacia la cabecera de valle se produce un desprendimiento rocoso masivo en La Margineda, los vestigios del cual todavía pueden ser reconocidos. La matriz de estos sedimentos ha podido ser datada por carbono 14 y arrojan una edad de 13.320 ± 40 años BP (unos 16.000 años cal BP, Turu et al., en preparación), correlativo al nivel de crioclastos de la base del yacimiento arqueológico de la Bauma de la Margineda.

3-La Roureda de La Margineda

El despoblado de la Roureda de La Margineda se encuentra al sur de Santa Coloma a unos 989 m sobre el nivel del mar (Fig. 7). La ubicación es en la ladera del cono de deyección del río de Enclar. El substrato del yacimiento lo conforma sedimentos de origen glaciar erosionados. Éstos habrían sido acumulados formando una morrena lateral, parcialmente desmontada por la escorrentía del río Enclar. En el 2007, a iniciativa de la propiedad del terreno, se interviene en un proyecto de excavación de dos años. En el año 2009 fue declarado Bien de Interés Cultural por el Gobierno de Andorra. De forma posterior, al 2011 se interviene en una estructura de la Edad del Bronce. Durante los años 2012-2015 se hacen cuatro campañas agotando la estratigrafía del yacimiento, que consta de un horizonte de la Edad del Bronce inicial, sobre el cual se edifica una estructura de hábitat al s.XI dC, y de forma más extensa en el s. XII-XIII dC y Edad Media (s.XIV). Existe el debate sobre si era un conjunto defensivo y/o de ocupación. Su encalve orientado hacia el mediodía lo hacía más favorable a la insolación en invierno que al norte de Santa Coloma. Las características del

hábitat es en terrazas con 5 habitáculos completos, una unidad de trabajo con un horno de combustión y probablemente una herrería. La disposición es agrupada por proximidad y contacto físico entre las unidades, respaldado en cuanto a sus accesos. Se han encontrado cerámica, utensilios de cocina, platos, cazuelas y grandes ollas características del s.XIII.

El complejo arqueológico se puede relacionar con el contexto de crecimiento demográfico que se produce a partir del XII, sobre todo en el XIII con una reorganización del hábitat. Respecto a esto último se ha de tener en cuenta la inundación detectada en el río de Auvinyà (Faucellers) en 1200 ± 50 dC (datación OSL 810 ± 50 ka, Turu et al., en preparación). El abandono repentino que parecería haber tenido lugar en la segunda mitad del XIV no parece poder explicarse por un desempleo progresivo, sino que se podría atribuir a un terremoto en 1373 con epicentro entre la Ribagorza y el Valle de Aran. A la vez también se relaciona este periodo con una sacudida demográfica que sufre toda Europa por la peste negra.



La casa de los Rusos (1916)

Es una propiedad de patrimonio inscrita en el Patrimonio Cultural de Andorra y por tanto objeto de especial protección (Fig. 8). Recién siendo arquitecto fue el primer proyecto de César Martinell (1888-1973), construyó en una combinación de estilos catalán Art Nouveau y el novecentismo. Este edificio se encuadra en la arquitectura de granito de Andorra, con un total de 44 edificios inventariados. El sector en el que nos encontramos existía una cantera de granito, que explotaba los bloques de los desprendimientos. En este lugar se puede observar el contacto entre el granito y su encajante metamórfico, La intrusión granítica es un stock del batólito de Andorra Mont-Louis (Fig. 1)



Figura 8: Casa del filántropo norteamericano Fiske Warren, promotor del georgismo- movimiento single-tax, en Andorra creador del "Enclau de Sant Jordi", que fue administrada por el exiliado ruso Nicolai Popoff y su esposa.

4-La gravera de Santa Coloma (1956)

La posición de estos sedimentos respecto al actual nivel del río es de 15 m (cota 975 m). Es a Nussbaum (1956) que se le debe un esquema interpretativo (Fig. 9) con un nivel de morrena situada encima de una terraza fluvial.



— Coupe géologique à travers la vallée de la Valira près de St Coloma, gr. = gravier; m = moraine; db = débris.

Figura 9: Esquema original de Nussbaum (1956). La part superior de la secció correspon a una morrena (m) que es disposa per sobre d'uns dipòsits fluviotorrentials (gr)

Turu y Peña (2006) interpretan que el frente morrénico terminal de Santa Coloma se corresponde con la última obturación efectiva del valle de litología metamórfica de La Massana y Ordino, de forma que se enlazaría con el cordón morrénico (Fig. 3) más interno de Engolasters (M1a), el cual sería anterior al que ha sido datado en el Solà d'Engordany (Els Vilars) correspondiendo al LGM (20.000 cal BP; Turu & Peña, 2006).

Desde esta localidad de Santa Coloma y centrando la mirada hacia el NW del valle podemos divisar el complejo morrénico lateral de Engolasters. Durante los trabajos de represa del lago en los años 1930 Chevalier hizo una descripción del lugar para FHASA (Fuerzas Hidroeléctricas de Andorra SA) y que reproducimos aquí junto con una reinterpretación actualizada (Fig. 10).

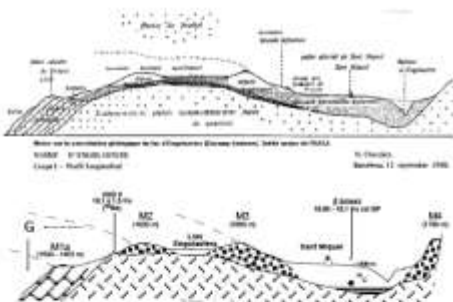


Fig. 10: Interpretación del complejo morrénico lateral de Engolasters basado en el esquema de Chevalier (1930). Se han incluido las dataciones de que se disponen. La datación de ^{14}C (Turu y Peña, 2006b) corresponde a una muestra de sedimento total de una perforación de 60 m de profundidad en el rellano de Sant Miquel d'Engolasters, en donde en la base se sitúan sedimentos finos que se interpretan glaciolacustres en el momento que el glaciar del Valira de Orient obturava el sector.

5-El Cedre (1960)

El Cedre es una larga zona situada en la vertiente norte de Santa Coloma a Andorra la Vella, con acumulación de bloques graníticos en canchales. En este sector se

localizaron siete yacimientos de la edad del Bronce (Fig. 11).



Figura 11: Localización de los yacimientos de edad de Bronce del Cedre, todos encima de los canchales de litología granítica del Solà d'Enclar. La mayoría se encuentran en la zona de expansión urbanística.

El Cedre 1 fue localizado en 1960 con 6 hachas de piedra pulida y fragmentos de cerámica. El Cedre 2 y 3 fueron excavaciones de urgencia que no permitieron una investigación sistemática, en donde se recuperaron fragmentos de cerámica y de sigilata. El Cedre 4 fue encontrado en 1980 cuando las excavadoras ya destruyeron un horno troncocónico de 0,9 m ϕ por 0,85 m de alto. El Cedre 5 se encontró durante la construcción de las escuelas María Janer en 1967, la recuperación del material fue pobre debido a la imposibilidad de actuar mientras hubo la excavación. No obstante se pudo identificar el Bronce antiguo (\approx 4.000 años BP). El Cedre 6 fue objeto de diversas campañas arqueológicas durante la construcción del cementerio de Santa Coloma. Aquí la recuperación fue generosa con fragmentos de cerámica, y algunas hachas de piedra pulida llegando hasta el Bronce final (\approx 3000 años BP). El Cedre 7 constituye el único yacimiento con una estratigrafía clara. Excavado entre 1977 y 1983, la base se encuentra en el calcolítico (\approx 4.300 años BP), y los restos son similares a los encontrados en la Balma de la Margineda (capa 3a), mientras que los niveles superiores pueden ser comparados con los del Cedre 5.

Durante la excavación del edificio de telecomunicaciones de Andorra, al pie del Cedre 5, se pudo constatar que los canchales reposan sobre el lecho de inundación del río Valira, los cuales han podido ser datados en 5.100 \pm 40 BP (Turu & Planas, 2005), o 5950 \pm 90 cal BP. Esto implica que el canchal

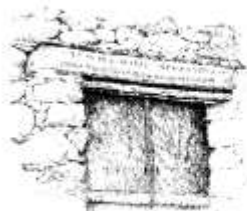
se formó de forma conjunta entre el Calcolítico (Cedre 7) y el Bronce final (Cedre VI), es decir una sedimentación continuada del canchal en menos de 1.500 años. La pregunta a hacerse es ¿a que fue debido?.

6-Deslizamiento de El Fener (1865)

Uno de los primeros autores que describen el deslizamiento (Fig. 12) fue Bladé (1875), pag. 66 [...] "Les vestiges de la période glaciaire sont très nombreux en Andorre. On y rencontre souvent des roches striées, et de grandes moraines latérales se montrent sur les pentes des vallées. Une de ces accumulations de blocs, de galets et de sable, mal soutenue depuis la disparition des glaciers et minée par les eaux d'infiltration, s'est éboulée il y a quelques années, a détruit le hameau d'El Fenè, et a recouvert certaines prairies du bourg d'Andorra, qui sont depuis moins fertiles" [...].



Figura 12: Vista de l'Obach de Andorra la Vella y Escaldes-Engordany donde todavía se observa la cicatriz del deslizamiento del Fener (Clxé Labouche, 1906). Debajo la inscripción recordando lo ocurrido (actualmente desaparecida).



AVIS. A TODOS OS QUE PASA EL FENER, PER A GUA
MOLINA D'AVANT PERLA CIRCUMVALACIÓ DE MONTANES
E FERRA D'ATA BARRA DE LA CIRCUMVALACIÓ DE MONTANES
E FERRA D'ATA BARRA DE LA CIRCUMVALACIÓ DE MONTANES
E FERRA D'ATA BARRA DE LA CIRCUMVALACIÓ DE MONTANES
E FERRA D'ATA BARRA DE LA CIRCUMVALACIÓ DE MONTANES

Referencias bibliográficas

- Bladé, J.F. (1875): ETUDES GÉOGRAPHIQUES SUR LA VALLÉE D'ANDORRE., Universelle, 97 pp, Paris
- Guilaine, J. i Martzluff, M. (1995) LES EXCAVACIONS DE LA BALMA DE LA MARGINEDA (1979-91); Ministeri d'Afers socials i Cultura del M.I. Govern d'Andorra i Centre de Perpinyà de l'Institut d'Estudis Andorrans, volum I, II, III
- Guilaine, J. i Martzluff, M. (2008) LES EXCAVACIONS DE LA BALMA DE LA MARGINEDA (1979-91); Ministeri d'Afers socials i Cultura del M.I. Govern d'Andorra, volum IV
- Nussbaum, F. (1956): Observations morphologiques dans larégion de la Noguera Pallaresa, *Pirineos*, año XII, N^o 39,40,41 y 42,57-115
- Turu, V., & Planas, X. (2005). Inestabilidad de vertientes en los valles del Valira. Datos y dataciones para el establecimiento de una cronología, posibles causas. Andorra y Alt Urgell (Pirineos Orientales). In Simposio de inestabilidades de vertientes y taludes. Universidad Politécnica de Catalunya & Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain (pp. 795-802).
- Turu, V. y Peña, J.L. (2006) "Ensayo de reconstrucción cuaternaria de los valles del Segre y Valira (Andorra-La Seu d'Urgell-Organyà, Pirineos Orientales): morrenas y terrazas fluviales". In: "Geomorfología y Territorio" (Eds. A. Pérez-Alberti y J.López) pp 129-146 (Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela, 171; Santiago de Compostela).

- Turu, V.; G.S. Boulton, X. Ros, J.L. Peña-Monné, J. Bordonau, C. Martí-Bono, E. Serrano-Cañadas, C. Sancho-Marcen, A. Constante-Orrios, J. Pous, J.J. González-Trueba, J. Palomar, R. Herrero & J.M. García-Ruiz (2007) Structure des grands bassins glaciaires dans le nord de la péninsule ibérique: comparaison entre les vallées d'Andorre (Pyrénées orientales), du Gallego (Pyrénées centrales) et du Trueba (Chaîne Cantabrique). *Quaternaire*, 18, 4, 309-325
- Turu, V.; M. Calvet, J. Bordonau, Y. Gunnell, M. Delmas, J.M. Vilaplana & G. Jalut (2017) Did Pyrenean glaciers dance to the beat of global climatic events? Evidence from the Würmian sequence stratigraphy of an ice-dammed palaeolake depocentre in Andorra. In: QUATERNARY GLACIATION IN THE MEDITERRANEAN MOUNTAINS (Hughes, P.D. & Woodward, J.C., Eds.). Geological Society, London, Special Publications, 433, <http://doi.org/10.1144/SP433.6>
- Turu, V et al. (en preparación) OSL dating in Andorra.

Autor: *Valentí Turu Michels*
(Fundació Marcel Chevalier)

Colaboradores:
Michel Martzluff
Albert ruzafa
Núria Pirot
Gerard Remolins
Àngels Mach

COORDINA:



ORGANITZA:

M. Chevalier

Con la colaboración de:



Con la colaboración de:

