



**El yacimiento musteriense de Roca San Miguel (Arén, Prepirineo de Huesca)**

*The Mousterian site of Roca San Miguel (Arén, Huesca Pre-Pyrenees)*

Montes, L. <sup>(1) (\*)</sup>; Domingo, R. <sup>(2)</sup>; Sampietro Vattuone, M.M. <sup>(3)</sup>;  
Medialdea, A. <sup>(4)</sup>; Peña Monné, J.L. <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. de Ciencias de la Antigüedad e Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Plaza Constitución s/n, 22001 Huesca. España. [Imontes@unizar.es](mailto:Imontes@unizar.es)

<sup>(2)</sup> Dpto. de Ciencias de la Antigüedad e Instituto de Patrimonio y Humanidades (IPH), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. España

<sup>(3)</sup> Laboratorio de Geoarqueología, Universidad Nacional de Tucumán-CONICET, Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina.

<sup>(4)</sup> Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), Paseo Sierra de Atapuerca 3, 09002, Burgos. España

<sup>(5)</sup> Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio e Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. España

(\*) autor correspondiente

**Resumen**

El yacimiento musteriense de Roca San Miguel se sitúa en el curso alto del río Noguera Ribagorzana, en el Prepirineo de Huesca. Aunque en la actualidad se extiende por una ladera con la apariencia de un sitio al aire libre, un resalte de arenisca hoy erosionado debió generar un abrigo rocoso que prestaría protección a sus ocupantes prehistóricos. Se han realizado 3 catas arqueológicas, de las que la intermedia y superior son las que aportan hasta el momento la información más relevante. En la excavación se han diferenciado 5 Unidades estratigráficas compuestas por diferentes niveles arqueológicos, que han sido datados por Luminescencia Ópticamente Estimulada (OSL). Las dataciones de la Unidad A, con abundantes restos de hogares, la sitúan cronológicamente en el Penúltimo Periodo Glacial (PGP) en unas condiciones paleoambientales de frío extremo. La Unidad B todavía no ha sido excavada. La Unidad C abarca desde el final del Eemiense hasta el MIS 5d en el Último Periodo Glacial (LGP), con abundantes restos líticos y de fauna. La Unidad D incorpora materiales desplazados por la ladera superior, indicando el abandono del yacimiento, datado en  $81,2 \pm 4,7$  ka. Por último, la Unidad E recubrió el lugar durante el MIS 2, cuando el sitio estaba ya parcialmente erosionado. La datación con OSL de la terraza Qt5, situada en el entorno del yacimiento, permite además relacionarlo con el sistema de terrazas de la cuenca fluvial Segre-Cinca y las fases glaciales de su cabecera. Con todo ello, se crea un modelo evolutivo que abarca desde MIS 6d hasta el MIS 5a (Último Periodo Glacial), pudiendo afir-



mar a partir de su depurada cronología que actualmente es el yacimiento con las ocupaciones neandertales más antiguas del Prepirineo.

**Palabras clave:** Pirineos; Paleolítico medio; Pleistoceno; geoarqueología; dataciones OSL; terrazas fluviales.

## Abstract

The Mousterian archaeological site of Roca San Miguel (RSM) is located in the upper course of the Noguera Ribagorzana River, in the Pre-Pyrenean area of Huesca Province. Although nowadays an open-air site, a currently eroded sandstone projection formed a rock shelter habited by Neanderthals. Three archaeological trenches have been excavated: among them, the upper and intermediate ones provide the most relevant information. Five stratigraphic units have been identified, comprising several archaeological levels. The OSL ages of Unit A, with numerous hearths, indicate a chronology consistent with the Penultimate Glacial Period (PGP) under an extremely cold climate. Unit B has not been excavated yet. Unit C contains many lithic and faunal remains and is consistent with the Eemian up to the MIS 5d in the Last Glacial Period (LGP). Unit D gathers materials coming from the upper slope and establishes the abandonment of the site 81.2±4.7 ka ago. Lastly, Unit E covered the area during the MIS 2, when the site was partially eroded. The OSL age of the Qt5 fluvial terrace, located in the site surroundings, relates the site with the Segre-Cinca terrace system and the glacial phase of its headbasins. All this information allows to draw a geoarchaeological evolutionary model covering from the MIS 6d up to the MIS 5a. Thus, the archaeological site represents today the oldest Neanderthal occupation of the Pre-Pyrenean area, supported by an accurate chronological framework.

**Key words:** Pyrenees; Middle Paleolithic; Pleistocene; geoarchaeology; OSL dates; fluvial terraces.

## 1. Introducción

En la zona central del Prepirineo, en las cuencas de los ríos Cinca y Segre y sus principales tributarios (de W a E, Vero, Ésera, Noguera Ribagorzana, Noguera Pallaresa) se localizan varios yacimientos musterienses: la abundancia de cuevas y abrigos en estos corredores fluviales favoreció el asentamiento de gentes neandertales en la zona, y facilita hoy en día su conservación, localización y estudio. Se conocen 14 yacimientos (Fig. 1) cuya ocupación se extiende entre el MIS 6 y el MIS 3, aunque su datación es imprecisa en muchos casos. Para su caracterización cronológica se ha utilizado termoluminiscencia (TL), racemización de aminoácidos (AAR) y radiocarbono: en su mayoría ofrecen fechas “recientes”, que en el caso del radiocarbono quedan en el límite del método (Santamaría y de la Rasilla, 2013), por lo que bien podrían ser más antiguas. Pese a lo prolongado de las ocupaciones (Montes, 1988; Martínez Moreno *et al.*, 2004; Montes *et al.*, 2006, 2016; Utrilla *et al.*, 2010; Mora *et*

*al.*, 2018) la información sobre el Paleolítico medio en la zona es poco uniforme. Solo unos pocos de estos sitios cuentan con estudios contextuales que permitan establecer relaciones paleogeográficas y paleoambientales: Estret de Tragó (Martínez Moreno *et al.*, 2004), Cova Gran de Santa Linya (Mora *et al.*, 2011, 2018; Polo Díaz *et al.*, 2016), Olriols (Montes *et al.*, 2016) y Roca dels Bous (Benito-Calvo *et al.*, 2020).

Por el contrario, la información disponible del Pleistoceno de ese territorio, tanto cronológica (OSL, Nucleidos Cosmogénicos) como cartográfica, ha aumentado notablemente en los últimos treinta años (Peña Monné, 1983, 1988; Peña Monné y Sancho, 1988; Sancho, 1991; Sancho *et al.*, 2004; Turu y Peña-Monné, 2006a, 2006b; Lewis *et al.*, 2009; Peña Monné *et al.*, 2011; Calle *et al.*, 2013; Stange *et al.*, 2013a, 2013b; Duval *et al.*, 2015; Sancho *et al.*, 2016, 2018). Esta buena información permite situar estos yacimientos en el contexto evolutivo paleoambiental de los Piri-

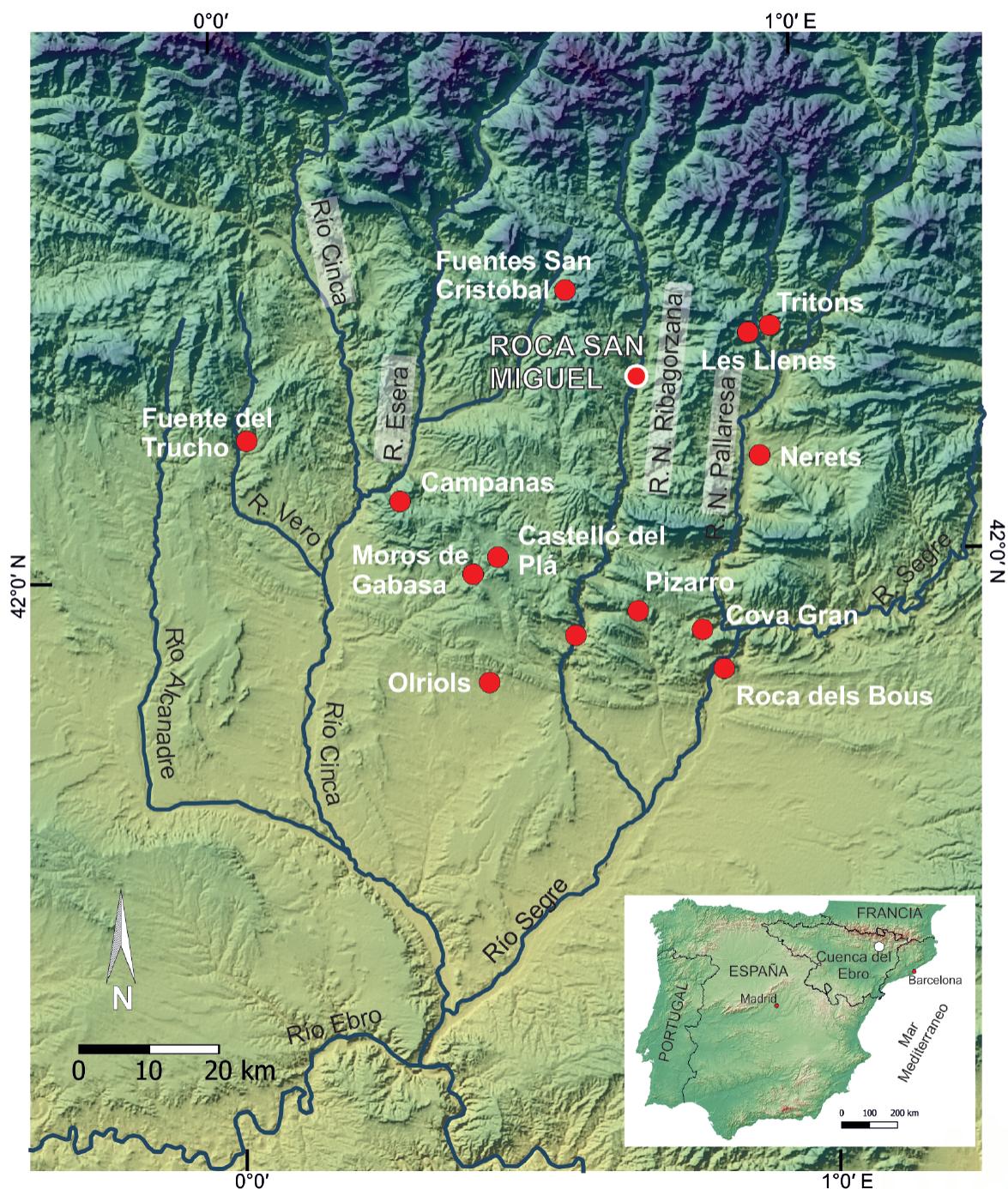


Figura 1. Mapa de localización de la Roca San Miguel y otros yacimientos del Paleolítico medio en la zona prepirenaica española. Mapa base: JAXA/METI ALOS PALSAR L1.0 2008.

Figure 1. Location map of the Roca San Miguel and other Middle Paleolithic sites in the Spanish Prepyrenean zone. Map source: JAXA/METI ALOS PALSAR L1.0 2008.

neos y del sector central del valle del Ebro, así como establecer mejores correlaciones entre los periodos de ocupación de los asentamientos y las condiciones paleoambientales regionales de dichos momentos.

El principal objetivo de este artículo es avanzar los resultados de los trabajos de excavación realizados hasta 2019 en el yacimiento musteriense de Roca San Miguel (RSM), tanto arqueológicos (Domingo y Montes, 2016; Sola *et al.*, 2016) como de reconstrucción paleoambiental. Para ello, se presenta una estratigrafía ordenada por unidades y niveles arqueológicos, una síntesis preliminar de los materiales líticos y óseos recuperados, así como una cronología obtenida a partir de dataciones por OSL. La información se complementa con diferentes indicadores geomorfológicos cuaternarios para contextualizar RSM en la evolución paleoambiental del Pleistoceno, tanto a nivel regional como global, y ponerlo en relación con otros yacimientos paleolíticos de la zona surpirenaica.

## 2. El marco geográfico y geológico

El yacimiento se sitúa en el Prepirineo de Huesca, cerca de la localidad de Arén, a 671-677 m.s.n.m., en la margen derecha del río Noguera Ribagorzana, afluente del Segre, a su vez tributario del río Ebro (Fig. 1). Todo el relieve de la zona consiste en cuevas paralelas de materiales resistentes (conglomerados, areniscas, calizas) separados por niveles margosos pertenecientes a diferentes formaciones del Maastrichtiense (López Olmedo y Ardévol, 1994; Samsó *et al.*, 2010, 2012), con buzamientos entre 25 y 40° SSW (Fig. 2). El río Noguera Ribagorzana atraviesa de N a S estas estructuras creando una sucesión de estrechamientos y ensanchamientos del valle en función de la litología. Sobre uno de estos estrechamientos originado por la Fm Arenisca de Arén se sitúa el yacimiento RSM, a una altitud de 46-52 m sobre el cauce actual del río (Figs. 2, 3). La cuesta queda en resalte entre los valles de los barrancos de Teixet, al S, y de Sobrecastell, al N, ambos excavados en ni-

veles margosos. Incidentalmente, al lado del yacimiento musteriense hay un afloramiento de icnitas de dinosaurio (Canudo *et al.*, 2005).

Arén registra una temperatura media anual de 11,2° C y una oscilación media anual de 16,8° (19,9° en Julio-3,1° en enero). Las precipitaciones alcanzan una media anual de 784 mm, con máximos al final de primavera y otoño. En la clasificación de Köppen-Geiger se clasifica como templado oceánico de tipo hemiboreal, sin estación seca y con verano templado. El río Noguera Ribagorzana tiene un régimen pluvio-nival, con máximo caudal en junio-julio por agua de fusión nival y lluvias. Su caudal medio anual es de 15,7 m<sup>3</sup>/s en Sopeira (7 km al N de Arén).

## 3. Metodología

El trabajo arqueológico en el yacimiento de RSM se desarrolló entre 2013 y 2019. La cuadrícula de la excavación se orientó de acuerdo con la pendiente natural de la ladera donde se localiza, enfocándose en tres áreas no removidas que parecían conservar parte del relleno de un supuesto abrigo rocoso hoy erosionado (Domingo y Montes, 2016). Los sedimentos se extrajeron en capas horizontales de 5 cm de espesor máximo, respetando los cambios entre niveles arqueológicos, identificados a partir de sus caracteres sedimentológicos. Se utilizó una estación total Leica para registrar los restos más grandes (> 2 cm) y relevantes (más de 5.000 elementos), recuperándose el resto en conjuntos de 33x33x5 cm tras tamizar con agua. Los niveles arqueológicos identificados fueron nombrados por su ubicación relativa (S: cata superior; M: cata media), composición principal (C: clastos; P: piedrecillas; A: arenas; L: limos) y color de la capa (R: rojo; N: naranja; B: blanco), y posteriormente, han quedado englobados en las unidades estratigráficas establecidas tras concluir la excavación, que de base a techo se denominan de A a E. Está previsto continuar la excavación interrumpida en 2020 por la pandemia, una vez concluidos los estudios del material recuperado hasta entonces.

Se ha elaborado un mapa geomorfológico detallado del entorno del yacimiento prestando especial atención a las acumulaciones cuaternarias. Se han utilizado fotografías aéreas de diferentes vuelos nacionales, ortoimágenes PNOA de 2018, información cartográfica y geomorfológica de Peña Monné (1983) e información litológica de la cartografía geológica de López Olmedo y Ardévol (1994) y de Samsó *et al.* (2010, 2012). El mapa ha sido revisado mediante trabajo de campo verificando cada afloramiento y midiendo las alturas de los niveles de terraza diferenciados.

Se tomaron 6 muestras de diferentes niveles estratigráficos de la excavación y una muestra en la terraza fluvial Qt5 cercana al yacimiento para datar por OSL. Todas las muestras fueron extraídas usando tubos de PVC y de acero. De ellas se extrajeron los granos de cuarzo de tamaño 180-250  $\mu\text{m}$  empleando métodos estándar (tratamiento con HCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y separación por densidades), bajo condiciones controladas de luz. La fracción resultante fue tratada con HF 40% para eliminar los posibles granos de feldespato todavía presentes y la capa exterior de los granos de cuarzo. Se obtuvieron las distribuciones de dosis a partir de la señal de OSL de 24-48 alícuotas por muestra. La dosis equivalente se estimó a partir

del Central Age Model (CAM, Galbraith *et al.*, 1999). Las tasas de dosis totales se basaron en las concentraciones de actividad de los radionucleidos, derivadas de la espectrometría gamma de alta resolución medida en  $\sim 100$  g de material de la matriz sedimentaria de cada muestra (Tabla 1). La contribución de la radiación cósmica se calculó de acuerdo a la profundidad de las muestras (Prescott y Hutton, 1994). Las dosis equivalentes estimadas, las tasas de dosis totales para una matriz infinita y las edades derivadas se resumen en la Tabla 1.

## 4. Resultados

### 4.1. Unidades estratigráficas y datos cronológicos de Roca San Miguel

Como hemos adelantado, el yacimiento es actualmente un sitio al aire libre que domina el curso del Noguera Ribagorzana desde la ladera de orientación este del relieve conocido como Roca San Miguel, del que toma su nombre (Figs. 2, 3). Por hallarse a cielo abierto está sometido a procesos de erosión natural que se incrementan por el buzamiento de su pendiente. El yacimiento ocupa una

Tabla 1. Resultados de las dataciones por OSL del sitio Roca San Miguel y terraza fluvial Qt5. CL y RDI son códigos de laboratorio de la Universidad de Colonia y la Universidad de Sevilla (Servicio de Radioisótopos), respectivamente.

Table 1. OSL ages of Roca San Miguel site and Qt5 fluvial terrace. CL and RDI are the laboratory codes of The University of Cologne and The University of Sevilla (Radioisotopes Unit), respectively.

EIDADES OSL								
MUESTRA	CÓDIGO LAB.	UNIDAD ESTRAT.	NIVEL ARQUEOL.	PROF. (m) bajo		OSL DOSIS (GY/KY)	OSL DOSIS EQUIVALENTE (GY)	EDAD (KA BP)
				superf.	nivel 0			
RSM-S1	CL-4970	D	SAN	0,6	0,66	1,12 $\pm$ 0,05	90,7 $\pm$ 3,3	81,2 $\pm$ 4,7
RSM-S2	RDI-1786	C	SLN	0,7	1,16	1,09 $\pm$ 0,05	113,0 $\pm$ 5,6	103,4 $\pm$ 6,9
RSM-S3	RDI-1785	C	SLN	1,0	1,47	1,08 $\pm$ 0,09	128,3 $\pm$ 6,5	118,9 $\pm$ 11,5
RSM-M1	RDI-1788	A	MLP	0,8	4,13	0,76 $\pm$ 0,05	115,8 $\pm$ 4,9	151,9 $\pm$ 11,1
RSM-M2	RDI-1787	A	MLPR	1,0	4,28	0,81 $\pm$ 0,06	128,8 $\pm$ 6,7	160,1 $\pm$ 14,3
RSM-M3	CL-4971	A	MLP2	1,2	4,48	0,70 $\pm$ 0,03	118,6 $\pm$ 3,7	169,6 $\pm$ 9,1
AREN-3	CL-4972	Qt5	-	4.5		0,92 $\pm$ 0,04	120,3 $\pm$ 3,8	130,7 $\pm$ 7,0

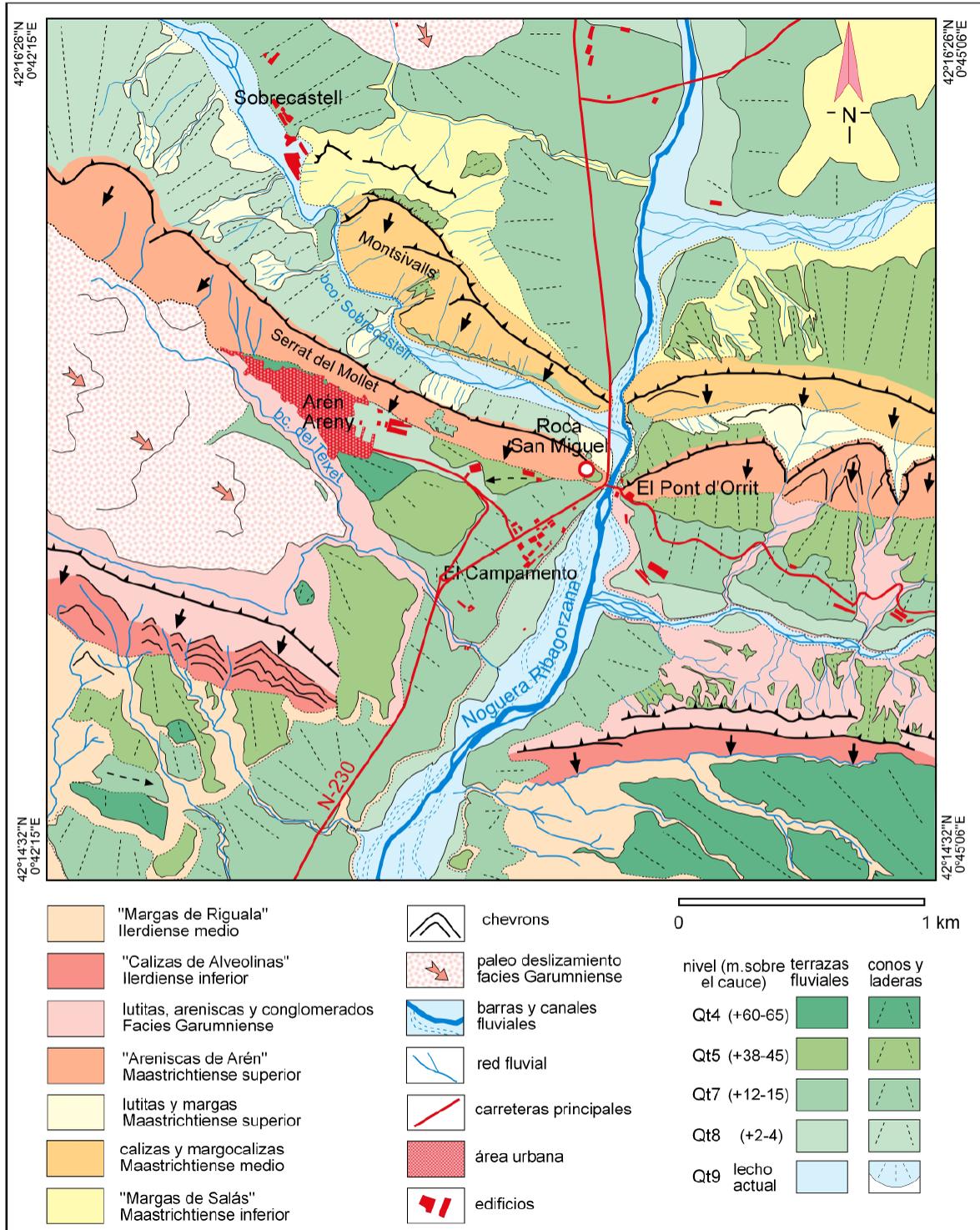


Figura 2. Mapa geológico y geomorfológico del valle del río Noguera Ribagorzana en el sector de Arén, con la situación de RSM. Imagen de base: ortoimagen PNOA España 2018 (IGN, CNIG).

Figure 2. Geological and geomorphological map of the Noguera Ribagorzana valley in the area of Arén, and RSM location. Image source: PNOA Spain orthoimage 2018 (IGN, CNIG).

depresión resultante de la erosión del lecho rocoso entre dos cordones de arenisca de la Fm Arén, donde se conserva el depósito arqueológico (Fig. 3). A lo largo de los años de excavación se ha ido haciendo patente que esos relieves de arenisca debían ser mayores cuando los neandertales ocupaban este lugar, conformando un abrigo rocoso orientado hacia el norte.

La excavación del sitio se ha desarrollado en tres zonas diferenciadas (catas) de la ladera, donde los sondeos de 2013 comprobaron que se conservaba el depósito. En ninguna de las tres catas se ha alcanzado la base.

En la **cata inferior** apareció un derrubio de clastos (nivel DC) heterométricos, en disposición caótica y poco interés arqueológico, que se interpretó como un depósito removilizado (Fig. 4). Pero en superficie había restos de fauna de buen tamaño (huesos largos y mandíbulas, además de dientes sueltos y otros) que, aun mostrando alguna fractura, sugerían que su desplazamiento una vez ex-

humados había sido mínimo. La excavación ha alcanzado los 100 cm de potencia, entregando algunas lascas e instrumentos líticos y abundantes restos de ungulados bastante bien conservados, entre los que se identifica caballo, gran bóvido, cabra montés y ciervo. Los huesos muestran en ocasiones señales de haber permanecido a la intemperie (oxidaciones, precipitaciones de manganeso) antes de haber sido englobados en el sedimento. Se trata de un depósito de ladera que parece haberse desplazado (por solifluxión y creeping) desde su localización original, en una cota superior necesariamente próxima, porque los huesos largos aparecen sin apenas fracturar. Los clastos no han permitido tomar muestra para su datación OSL y de momento no hemos podido relacionar este nivel con los identificados en las otras catas, aunque presenta características similares al depósito de ladera del nivel SC de la cata superior que describiremos más adelante.

En la **cata intermedia** se ha localizado un depósito que contiene una sucesión de amplios



Figura 3. Vista aérea del yacimiento musteriense de RSM (recuadro rojo) y los principales componentes geomorfológicos de su entorno. En el círculo rojo el corte de la terraza fluvial Qt5.

Figure 3. Aerial view of the RSM Mousterian site (red square) and the main geomorphological components of its surroundings. In the red circle the Qt5 fluvial terrace outcrop.

hogares que ocuparon toda el área excavada (unos 12 m<sup>2</sup>), cuyo sedimento está endurecido por la abundancia de carbonato, y presenta gravas y gravillas (pedrecillas) de arenisca e incontables esquirlas de hueso fragmentadas y en diferentes grados de cremación en su interior, además de numerosos elementos de industria lítica. Constituye la Unidad A (Fig. 4) en cuyo interior se suceden, de muro a techo, 3 niveles arqueológicos diferenciados por su color: en la base, el nivel MLP2 (negruzco / 25 cm de potencia hasta donde ha alcanzado la excavación); el nivel MLPR (rubefactado / 30 cm) y el nivel MLP (oscuro / 35 cm). Junto al cordón de arenisca meridional, estos niveles pasan lateralmente a ser una costra gruesa, blanquecina y dura (nivel MB). Los múltiples huesos que fueron arrojados al fuego (Fig. 5) pudieron serlo por labores de limpieza, pero también para ser empleados como combustible (Sola *et al.*, 2016). Los tres niveles de la Unidad A han sido datados mediante

OSL ofreciendo resultados coherentes con su disposición estratigráfica: el nivel MLP2 en 169,6±9,1 ka (muestra RSM-M3); el nivel MLPR en 160,1±14,3 ka (muestra RSM-M2) y el nivel MLP en 151,9±11,1 ka (muestra RSM-M1).

En la **cata superior** el sedimento es por completo diferente a lo observado en la cata intermedia. En los 165 cm de potencia alcanzados por la excavación se han definido tres unidades estratigráficas que se corresponden con otros tantos niveles arqueológicos. De muro a techo, abren la secuencia los finos sedimentos limosos anaranjados de la Unidad C (nivel SLN, 70 cm sin haber llegado a su final) con abundante industria lítica y restos de fauna (lo que contrasta con la ausencia de estructuras). Esta unidad cuenta con dos dataciones OSL coherentes con su distribución vertical: 118,9±11,5 ka y 103,4±6,9 ka (muestras RSM-S3 y RSM-S2, respectivamente). Por

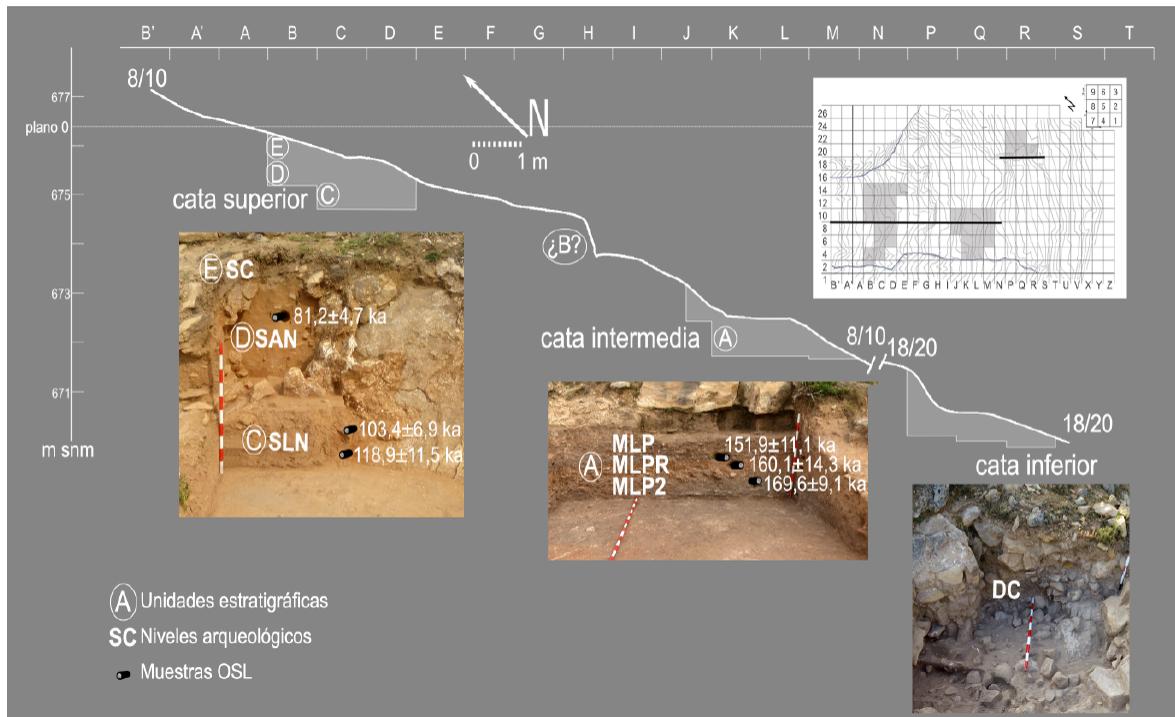


Figura 4. Perfil y planta topográficos del yacimiento y las tres catas abiertas, y un detalle de éstas indicando las unidades estratigráficas, los niveles arqueológicos y la ubicación de las dataciones OSL.

Figure 4. Topographic profile and plan of the site with the three trenches, whose photographs indicate the stratigraphic units, the archaeological levels and the location of the OSL ages.

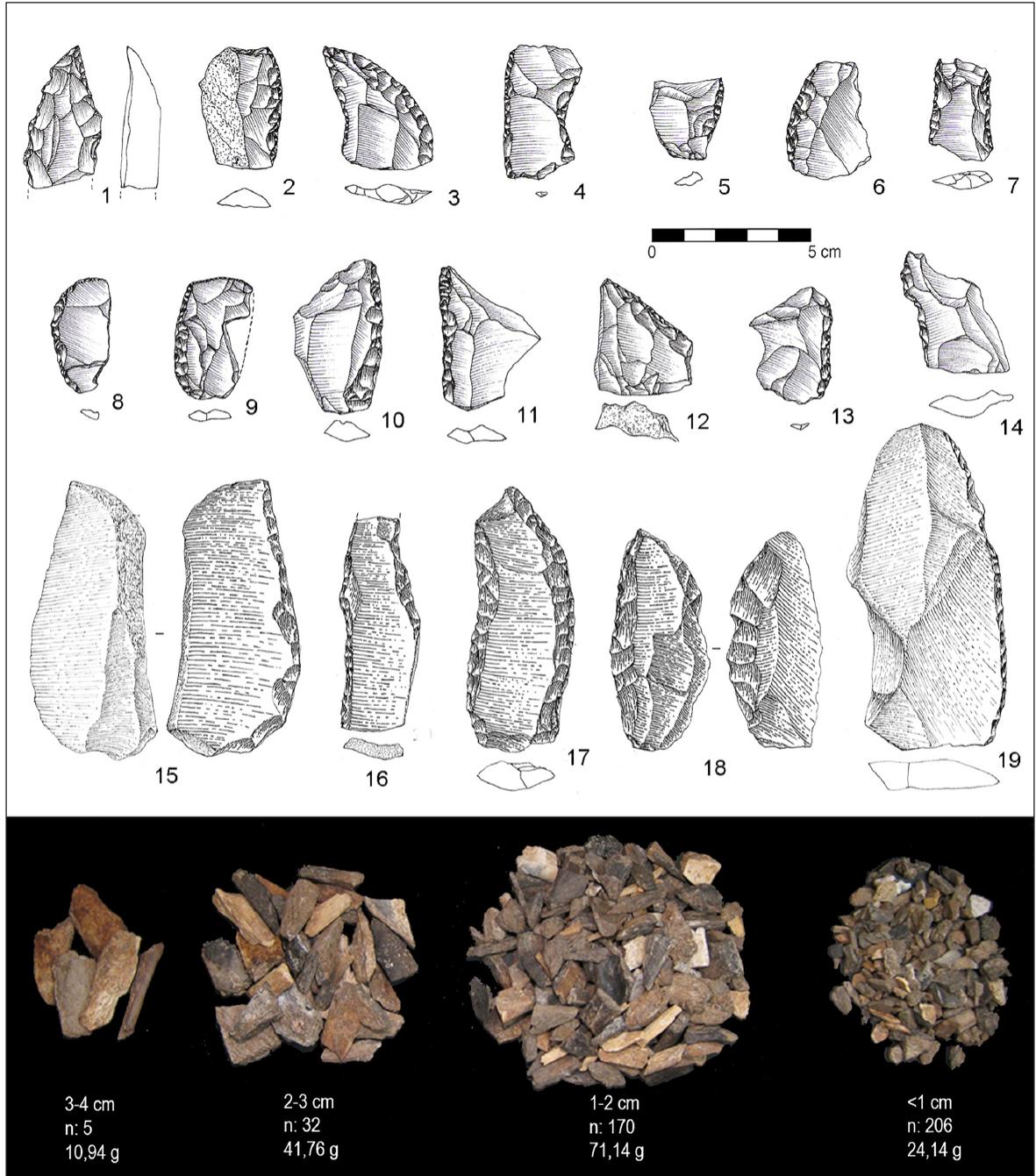


Figura 5. Arriba, materiales líticos del nivel SLN (salvo 18-19, de MLP) de Roca San Miguel: 1) punta de Tayac; 2-13 y 15-19 raederas varias; 14) denticulado. Números 1 a 14 sílex; 15, 17 y 19 cuarzita; 16 y 18 corneanas (dibujos: M.C. Sopena).. Debajo, un ejemplo de conjunto de esquirlas óseas inferiores a 4 cm (n: 413; peso total: 147,98 g) recuperadas al cibar una unidad de 33x33x5 cm del nivel MLP, y su distribución por tamaños indicando número de esquirlas y peso.

Figure 5. Top, lithic materials from SLN level (except 18-19, MLP) from Roca San Miguel: 1) Tayac point; 2-13 and 15-19 various side-scrapers; 14) denticulate. Numbers 1-14 chert; 15, 17 and 19 quartzite; 16 and 18 hornfels (drawings: M.C. Sopena). Below, an example of a set of bone splinters smaller than 4 cm (n: 413; total weight: 147.98 g) recovered by sieving a 33x33x5 cm unit of the MLP level, indicating the number of splinters and their weight per size.

encima aparecen las arenas anaranjadas con clastos de la Unidad D (nivel SAN, de unos 50 cm de potencia) datada por OSL en  $81,2 \pm 4,7$  ka (muestra RSM-S1). Finalmente, el conjunto está cubierto por un depósito de ladera con grandes clastos dispuestos en paralelo a la pendiente actual: es la Unidad E (nivel SC) cuyo espesor varía desde  $\sim 110$  cm, cuando rellena canales erosivos anteriores, hasta apenas 20 cm donde ha sido a su vez erosionado. Tanto este nivel SC como el inmediatamente anterior, SAN, engloban algunos restos arqueológicos (líticos y óseos) removilizados por erosión desde zonas ocupadas ladera arriba, por lo que no se consideran ocupaciones antrópicas *in situ*.

El hiato cronológico que se registra entre la fecha más antigua obtenida en la Unidad C ( $118,9 \pm 11,5$  ka, nivel SLN) y la más reciente de la unidad A de la cata intermedia ( $151,9 \pm 11,1$  ka, nivel MLP) sugiere la existencia de una supuesta unidad B, todavía no alcanzada en la excavación de esta cata superior, cuyo desarrollo es también posible según las cotas estratigráficas (Fig. 4).

#### 4.2. Los materiales arqueológicos

Pendientes todavía de un estudio detallado, podemos sin embargo ofrecer un recuento preliminar de los restos recuperados, básicamente industria lítica y fauna (Fig. 5). El total de registros de la estación total asciende a 5.171 de los que, globalmente, el 33% son de fauna y el 66% líticos, proporciones que varían en los distintos niveles identificados. En los correspondientes a ocupaciones humanas *in situ*, la distribución fauna/lítico de sus casi 4.000 restos es la siguiente: 33/66% en MLP2 (1.009 restos); 37/63% en MLPR (1.031 registros); 60/40% en MLP (557 evidencias) y 10/90% en SLN (1.363 restos).

En lo relativo a la fauna, la elevada cantidad de esquirlas óseas registradas en los niveles de la cata intermedia —miles de astillas de hueso de muy pequeño tamaño en su mayoría con signos evidentes de haber sido directamente

afectadas por el fuego tras haber sido descarnadas (Sola *et al.*, 2016)—, explica la marcada diferencia entre las proporciones de estas ocupaciones y las del nivel SLN, cuyos restos óseos son generalmente fragmentos de huesos largos sin quemar, que en ocasiones presentan algunas marcas de carnicería (estrías) de origen antrópico. El conjunto más rico y mejor conservado es el del nivel DC de la cata inferior, no datado y con dudas respecto a su integridad, donde la fauna supera el 63% de los restos recuperados: son principalmente huesos bien conservados (y dientes) sin alteraciones térmicas y ocasionales estrías de descarnado, que permiten su identificación morfológica y taxonómica: ciervo, caballo y cabra montés son los más comunes, aunque el grosor de algunos fragmentos de caña de huesos largos sugiere la presencia de bisonte/uro.

En cuanto a la industria lítica, carente todavía de un análisis detenido, podemos adelantar datos sobre las materias primas utilizadas (y su acopio) y una primera aproximación a sus características tecno-tipológicas. Se trata en conjunto de producciones acordes con los cánones técnicos y tipológicos del Musteriense, sin que podamos de momento avanzar diferencias entre los materiales de la fase antigua (unidad A) y los de la más reciente (unidad C). En su cómputo global (3.415 restos líticos) el sílex supone un 35% frente al 65% de las otras rocas utilizadas (principalmente corneanas, ofitas y cuarcitas), y de nuevo se observa una distribución diferenciada por niveles, que sugiere una selección creciente del sílex desde las capas más antiguas (20% y 21% respectivamente en MPL2 y MLPR) a las más recientes (50 y 51% en MLP y SLN, este último de la cata superior).

La totalidad del sílex pertenece a una sola variedad, cuyo afloramiento más próximo conocemos a unos 7 km al norte del yacimiento, en los cantiles calizos de Sopeira (Fm Pardina, Sánchez de la Torre y Mangado, 2016), aunque pudo ser acopiado también entre la grava del río que lo arrastraría: de grano fino y tonos grises, a menudo bandeados, se presenta en nódulos de pequeño tamaño con frecuen-

tes fracturas ortogonales, huecos y geodas que imponen una talla no sistematizada ni jerarquizada que busca obtener los mejores y mayores soportes posibles, siempre de dimensiones limitadas. Para obtener piezas de mayor tamaño los neandertales se sirvieron de las otras rocas mencionadas, de origen volcánico o metamórfico, que podían obtener como cantos rodados de dimensiones variables en el lecho del río, o en las terrazas al pie del sitio. Sobre sus nódulos se desarrollaron sistemas centrípetos y recurrentes de producción (talla discoide), y en menor medida, la técnica *levallois*, identificada sobre algunos ejemplares de núcleos y lascas. Tanto estas rocas como el sílex parecen haber sido explotados *in situ*, pues en el yacimiento se identifican todos los pasos de la *chaîne opératoire*, incluida la elaboración de herramientas retocadas: el cribado con agua de los sectores de 33x33x5 cm ha suministrado centenares de diminutas lascas de talla y retoque no computadas en la estación total, siendo preferido el sílex para su transformación en una proporción de tres a uno en el nivel más reciente (SLN) y rondando el 50% en los de la cata intermedia.

Los tipos más frecuentes son las raederas (de tipología diversa); hay también denticulados y algunas puntas musterenses y de Tayac (Fig. 5). También se han encontrado algunas piezas sobre nódulo, a modo de *chopping-tools*, y cantos utilizados como percutores.

#### 4.3. El contexto geomorfológico: terrazas fluviales y depósitos de ladera

En el sistema general de terrazas del río Noguera Ribagorzana, Peña Monné (1983) identifica en orden cronológico, los siguientes niveles: + 85-90 m (Qt3), + 55-60 m (Qt4), + 38-40 m (Qt5), + 18-20 m (Qt6), + 5-10 m (Qt7) y + 1,5-3 m (Qt8) por encima de la actual llanura aluvial. En el sector de Arén sólo se conservan las terrazas Qt4, Qt5, Qt7 y Qt8 (Figs. 2, 3). Estas terrazas son de gran interés para establecer sus relaciones con el periodo de ocupación del yacimiento de RSM.

El nivel Qt4 se ubica en el pueblo de Arén a ambos lados del Barranco de Teixet (Fig. 2). La terraza Qt5 forma una amplia superficie a + 38-45 m, aunque dividida en tres tramos por la incisión de los arroyos laterales y con abanicos aluviales que cubren su zona interior. La terraza Qt7, a + 12-15 m sobre el cauce actual, es la que sirve de asentamiento para las casas del Campamento, junto a la carretera Nacional 230 (Figs. 2, 3). Otro nivel de terraza inferior (Qt8) entre esta última terraza y la llanura aluvial se sitúa a + 2-4 m, formando parte de la llanura aluvial durante las crecidas extraordinarias del río Noguera Ribagorzana. El depósito de terraza más interesante se sitúa cerca de RSM (Fig. 3). Alcanza 3,5 m de espesor, compuesto por grandes bloques rodados de granito y conglomerados del Permo-Trías, niveles de gravas y arenas y con desarrollo a techo de una costra caliza. En las capas superiores se tomó la muestra AREN-3 que aportó una edad OSL de  $130,7 \pm 7,0$  ka (Tabla 1). Por encima de la terraza hay un depósito de ladera de 2,7 m de espesor y una pendiente del 30% compuesto de clastos y bloques de areniscas con matriz fina. Algunas de los niveles internos pueden definirse como derrubios estratificados formados en ambientes fríos.

## 5. Discusión

### 5.1. Las ocupaciones de RSM y su contexto paleoambiental

El asentamiento debió realizarse en un abrigo formado por una mayor prolongación en altura de las capas de arenisca situadas en la parte S del lugar, que actualmente apenas forman un pequeño resalte (Fig. 6). Numerosos bloques que pudieron formar parte de dicha visera aparecen dispersos en la zona de excavación. La formación del abrigo rocoso pudo verse favorecida por la erosión lateral producida por el río Noguera Ribagorzana al atravesar las areniscas, y también por procesos de alteración mecánica y disolución, que ha generado huecos y depresiones en muchas zonas del afloramiento de areniscas de Arén.

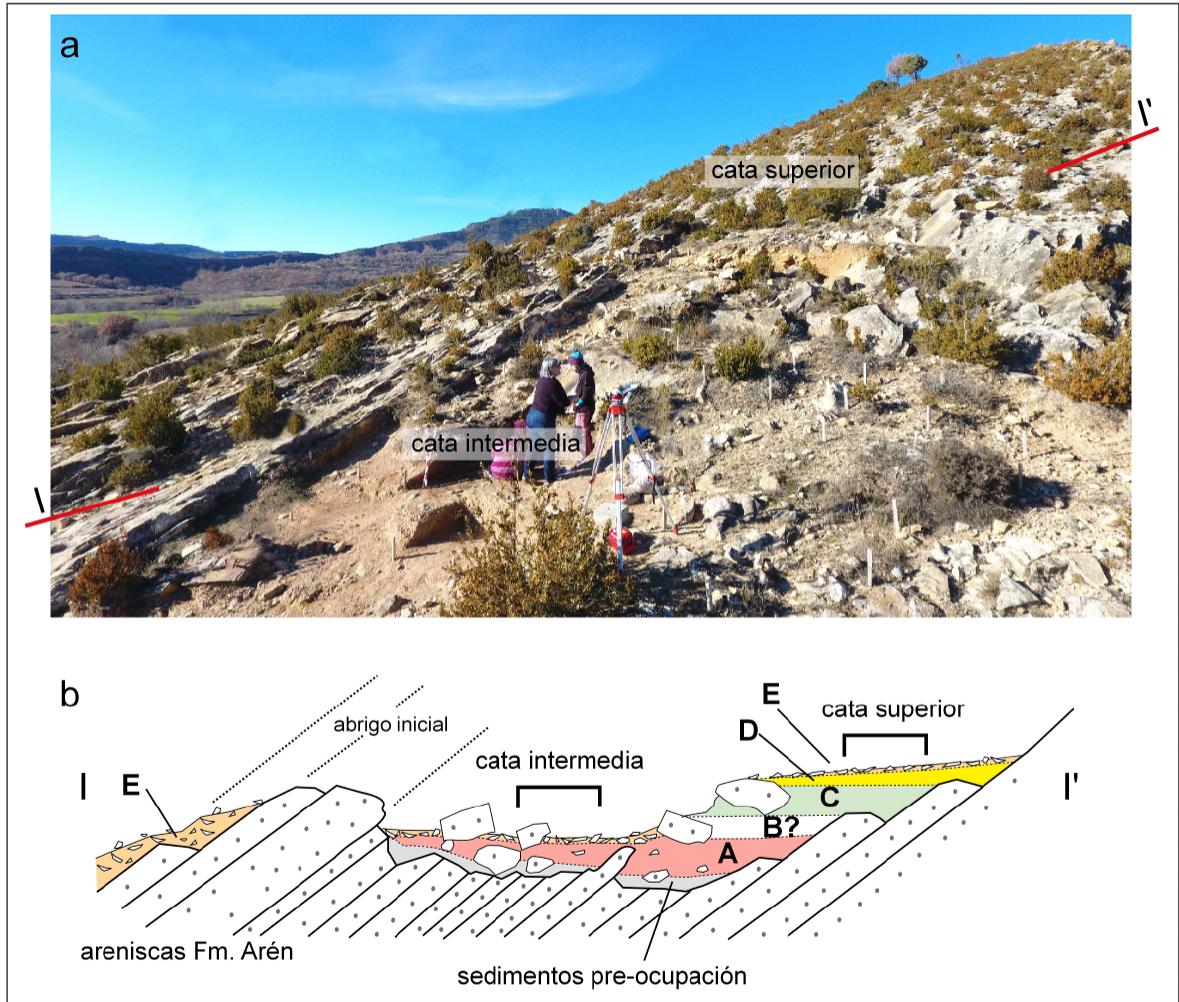


Figura 6. (a) Vista general de las catas superior y media de la excavación de RSM, con la situación aproximada del trazado del perfil (I-I'); (b) corte esquemático con la situación de las unidades estratigráficas que componen el registro arqueológico de RSM y la posición de las dos catas en proceso de excavación

Figure 6. (a) General view of the upper and middle trenches of RSM archaeological excavation, with the approximate location of (I-I') cross section; (b) schematic cross section of the stratigraphic unit locations of the RSM archaeological site and the position of upper and middle trenches.

Durante la primera época de ocupación del área, el río fluía junto a la sección inferior del yacimiento, donde se ubica la terraza Qt5. Las relaciones entre el yacimiento de RSM y este nivel fluvial no solo son de carácter topográfico sino también cronológico ya que la edad obtenida para Qt5 mediante OSL de  $130,7 \pm 7,0$  ka (muestra AREN-3, Tabla 1) se correspondería con el tramo temporal entre la cata media y superior, es decir la unidad que hemos denominado B, aún sin excavar. El sistema de terrazas del río Noguera Ribagorzana al que

pertenece la terraza Qt5 fue establecido por Peña Monné (1983, 1988). Las posteriores dataciones obtenidas mediante OSL en este mismo nivel en otros cursos de las cuencas de los ríos Segre y Cinca por diversos autores (Turu y Peña Monné, 2006a, 2006b; Lewis *et al.*, 2009; Peña Monné *et al.*, 2011; Stange *et al.*, 2013a, 2013b) así como en el río Gállego (Lewis *et al.*, 2009, Benito *et al.*, 2010) aportan un rango de edades que oscilan entre 125 y 180 ka (Fig. 7b), siendo las edades más frecuentes de ca. 155-156 ka, muy en consonancia

cia con la cronología establecida para Europa Central (Margari *et al.*, 2014). Estas fechas sitúan su formación entre MIS 6d y MIS 5e, correspondiendo al Penúltimo Periodo Glacial (PGP) (Fig. 7d), que es considerada la fase

glacial más extensa de los últimos 400 ka en Eurasia (Hughes y Gibbard, 2018). La terraza se corresponde con un periodo de importante avance de los glaciares pirenaicos (Fig. 7b) como ha sido definido por dataciones OSL de

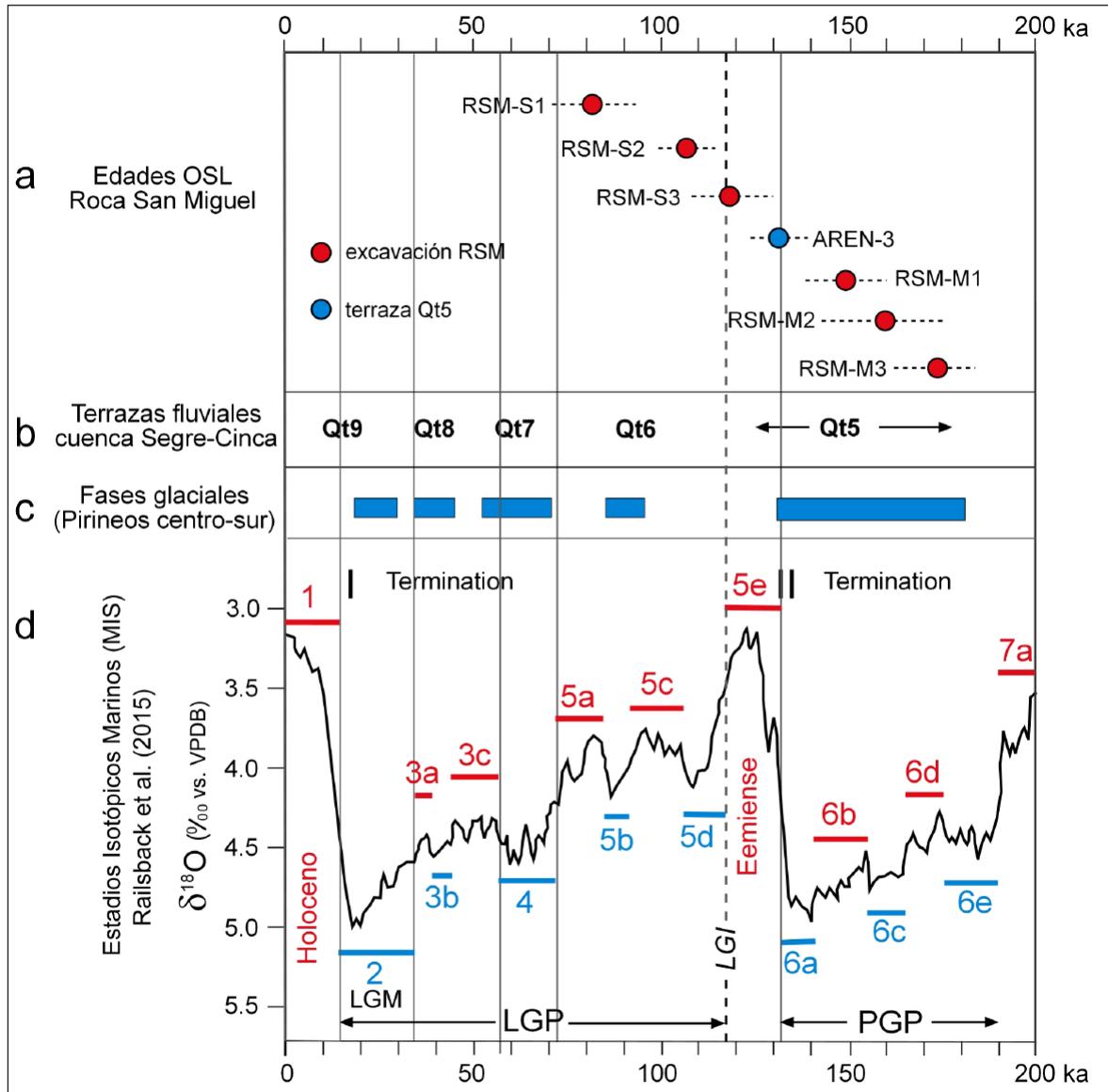


Figura 7. Relaciones temporales entre (a) las dataciones OSL de RSM y la terraza fluvial; (b) la edad del sistema de terrazas de la Cuenca Segre-Cinca; (c) las etapas glaciares de la vertiente sur del Pirineo central; (d) curva de los Estadios Isotópicos Marinos (MIS) para los últimos 200 ka (modificado de Railsback *et al.*, 2015). PGP (Penultimate Glacial Period); LGP (Last Glacial Period); LGM (Last Glacial Maximum); LGI (Last Glacial Inception).

Figure 7. Temporal relationships between (a) the RSM and Qt5 ages; (b) the age of the Segre-Cinca fluvial terraces system; (c) the glacial stages in the central-south Pyrenees; (d) the curve of the Marine Isotope Stages (MIS) for the last 200 ka (modified after Railsback *et al.*, 2015). PGP (Penultimate Glacial Period); LGP (Last Glacial Period); LGM (Last Glacial Maximum); LGI (Last Glacial Inception).

terrazas fluvio-glaciares contemporáneas en el río Gállego ( $156 \pm 10$  ka) por Peña Monné *et al.* (2003, 2004) y Lewis *et al.* (2009), en el río Valira ( $120 \pm 16$  ka) por Turu y Peña Monné (2006b) y en la morrena terminal del valle del río Aragón ( $171 \pm 22$  ka) por García-Ruiz *et al.* (2012). En el valle del Noguera Ribagorzana, el límite de los glaciares se situaba a tan sólo 17-20 km al N de Roca San Miguel. Las fechas obtenidas hasta el momento en la cata intermedia de RSM (unidad A, Fig. 4) oscilan entre  $169,6 \pm 9,1$  ka (RSM-M3) y  $151,9 \pm 11,1$  ka (RSM-M1) (Tabla 1), lo que situaría la ocupación más antigua en las condiciones climáticas de frío extremo del PGP (Fig. 7d).

Tras la fecha más reciente proporcionada por la excavación de la Unidad A hay un lapso temporal (33 ka) hasta la más antigua de la cata superior, que se ha definido como Unidad B, que esperamos alcanzar con la continuación en profundidad de su excavación (Fig. 6b). Las primeras fechas aportadas por la cata superior ( $118,9 \pm 11,5$ , RSM-S3) (Tabla 1) se sitúan en el final del interglacial Eemiense. Es decir, que la Unidad B abarcaría el final del PGP y el Eemiense. La fecha indicada de RSM-3 forma parte de la Unidad C y se sitúa en la ruptura entre el Eemiense y el periodo frío MIS 5d al inicio del Último Periodo Glacial (LGP) (Fig. 7d). Esta ruptura se conoce como Last Glacial Inception (LGI), caracterizado por el aumento de las masas de hielo a nivel global en 118 ka (Calov *et al.*, 2005) y un fuerte descenso del nivel marino (Lambeck y Chappell, 2001). En el yacimiento RSM la unidad C (Figs. 4, 6b), sigue mostrando restos de ocupación, aunque sin los grandes hogares observados en la unidad A, alcanzando hasta al menos  $103,4 \pm 6,9$  ka (RSM-S2) a finales del MIS 5d – inicios de MIS 5c, es decir en pleno momento frío del LGP.

El nivel arqueológico SAN, de la Unidad D (Figs. 4, 6b), al que corresponde la datación de RSM-S1 ( $81,2 \pm 4,7$  ka), se sitúa en el MIS 5a, y muestra evidencias de sedimentos y materiales arqueológicos transportados desde la parte alta de la ladera. Ya entonces el yacimiento estaría abandonado y sometido a

procesos erosivos. El abrigo rocoso fue perdiendo tamaño hasta desaparecer el saliente superior, cuyos restos aparecen dispersos en las unidades anteriores. Desde entonces, el yacimiento entra en un proceso degradativo hasta ser recubierto por un depósito detrítico (Unidad E) (Fig. 6b) para el que no disponemos de dataciones, aunque por su disposición podría ser la prolongación del derrubio estratificado que aparece más al N sobre la terraza Qt5. Este tipo de acumulaciones han sido datadas mediante radiocarbono entre  $20060 \pm 180$  y  $9650 \pm 156$  BP (Peña-Monné *et al.*, 1998) y entre  $13770 \pm 100$  y  $9004 \pm 100$  BP (García-Ruiz *et al.*, 2000) en la zona prepirenaica central, es decir generadas durante el LGM – inicios del Holoceno. Hay otros sedimentos de ladera a alturas similares cerca de la localidad de Arén, compuestos de abundante arena y clastos que seguramente sean equivalentes a la Unidad E de RSM. Esta capa detrítica protegió el lugar durante un tiempo, hasta que ya seguramente en el Holoceno, la erosión fue desmantelando la unidad E alcanzando a las unidades arqueológicas inferiores (Fig. 6b). Cuando se inició la excavación arqueológica, todavía existían muchos fragmentos de arenisca dispersos formando un pavimento superficial como resultado del lavado de la matriz fina de la Unidad E.

## 5.2. La ocupación de RSM y su cronología en el contexto de la Península Ibérica

Los rangos cronológicos que presentamos permiten encajar con cierta precisión las Unidades A y C de Roca San Miguel a finales del denominado Paleolítico medio *Temprano*, coincidiendo con la evolución paleoambiental del Pleistoceno Medio–Superior. En Iberia se han datado escasos yacimientos en esta fase final, entre los que podemos destacar por presentar dataciones similares (paso MIS 6 a MIS 5) las unidades SQ2 y SQ1 de la cueva de Arlanpe en el Cantábrico (Ríos-Garaizar *et al.*, 2015), la fase IV de Bolomor en el Mediterráneo (Fernández Peris *et al.*, 2014) o el nivel III del conjunto de superficie del sitio de San Quirce, en la cuenca del Pisuerga (Terradillos

*et al.*, 2014). En el Sistema Ibérico turolense entraría en este rango cronológico la sorprendente (por su elevada altitud, 1.400 m) ocupación al aire libre de las Callejuelas, fechada por AAR en el interglacial MIS 5e (Domingo *et al.*, 2017).

En cambio, pocos sitios sincrónicos podemos encontrar en la zona prepirenaica, aunque hayamos destacado la “concentración” de yacimientos musterienses en la zona (Fig. 1). De entre ellos, solo la Unidad Media de Estret de Tragó, datada por TL entre 140–70 ka (Martínez-Moreno *et al.*, 2004) y la Unidad Inferior de la Cueva de Gabasa, fechada por AAR en 140 ka (Utrilla *et al.*, 2010) podrían relacionarse cronológicamente con las ocupaciones de RSM, en ambos casos con poca precisión. El solitario hendedor del Reil, extraído del interior de la antigua Qt5 del río Olriols (afluente del Cinca), sin contexto arqueológico complementario, encajaría con estas fechas (Montes *et al.*, 2016). El resto de sitios musterienses han suministrado dataciones (TL o Radiocarbono, con sus limitaciones) más recientes: bien del MIS 4, como la Unidad Superior de Tragó (Martínez-Moreno *et al.*, 2004) y el registro de Abric Pizarro (Vega *et al.*, 2015), bien del MIS 3, como los niveles recientes de Gabasa (Montes y Utrilla, 2014), o las ocupaciones de Cova Gran (Mora *et al.*, 2018) y Roca dels Bous (Benito-Calvo *et al.*, 2020).

El carácter preliminar de los estudios realizados sobre los materiales de Roca San Miguel, y lo parcial y discontinuo de la información que suministran los otros yacimientos mencionados, impiden de momento contextualizar los modos de vida de las gentes neandertales que se asentaron en RSM de forma reiterada, atraídos al parecer por las especiales condiciones del lugar: materias primas disponibles, acceso al agua, control del paso del Noguera, acceso a valles laterales secundarios, a relieves de mayor altura. Unas favorables condiciones que se extienden a toda esta zona prepirenaica, haciéndola especialmente deseable para los neandertales a lo largo del tiempo (Fig. 1): típico paisaje mediterráneo

de media montaña, cuyo componente litológico (calizas y areniscas) favorece la formación de cuevas y abrigos rocosos donde buscar refugio. Ecológicamente, además, se trata de un ecotono entre los más enérgicos relieves montañosos pirenaicos al N y los llanos de la depresión del Ebro, al S, con un rápido acceso a los variados recursos de ambos ecosistemas, fácilmente asequibles a través de la red fluvial que los comunica, donde a su vez una serie de corredores transversales en dirección E-W interconectan las distintas cuencas.

## 6. Conclusiones

La información arqueológica, estratigráfica y cronológica obtenida de las excavaciones realizadas desde 2013 en el sitio Roca San Miguel (RSM) ofrece una visión muy completa de su formación y proceso ocupacional durante el Paleolítico medio. Por otra parte, el estudio geomorfológico del entorno de RSM completa y apoya la reconstrucción geoarqueológica del área.

La ocupación musteriense se inició como mínimo en *ca.* 170 ka en un abrigo abierto en las areniscas de Arén, a escasos metros sobre el cauce del río Noguera Ribagorzana. La estratigrafía de la unidad A (entre *ca.* 170 ka y *ca.* 152 ka) constituyen por el momento el registro principal de la ocupación neandertal en RSM y abarca desde MIS 6d a MIS 6b, coincidiendo con la etapa extremadamente fría del PGP, de fuerte avance de los glaciares pirenaicos y formación de la terraza Qt5 del río Noguera Ribagorzana.

A falta de rellenar el lapso temporal de la Unidad B (aún sin excavar), la unidad C de la cata superior, con dataciones entre *ca.* 119 ka y *ca.* 103 ka, contiene las siguientes –y últimas– ocupaciones humanas registradas desde finales del Eemiense (MIS 5e) y la Last Glacial Inception (LGI) hasta el MIS 5d, también en condiciones relativamente frías. La edad de la Unidad D se estima en torno a 81,2±4,7 ky (MIS 5a), durante el LGP (Último Período Glacial) y se compone de sedimentos y esca-

Los restos arqueológicos arrastrados desde la ladera. La última unidad registrada (E) formó una cubierta detrítica que, por comparación genética con otras acumulaciones cercanas, se considera formada en el LGM en torno a los 20 ka.

Los datos arqueológicos y paleoambientales proporcionados por el yacimiento del Paleolítico medio de Roca San Miguel representan un importante paso adelante en el conocimiento del período de transición del Pleistoceno Medio al Superior y en el estricto ámbito arqueológico, del final del Paleolítico medio *Temprano* en Iberia —y más concretamente en la zona sur-pirenaica— gracias a la complementación entre arqueología y geomorfología y al uso de un método de datación (OSL) que permite superar las limitaciones de las dataciones radiocarbónicas.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el proyecto Gaps and Sites (HAR2017-85023-P), financiado por el MINECO-AEI / FEDER, España / UE; y por el Grupo de Investigación P3A del Gobierno de Aragón (H14\_20R, Primeros Pobladores y Patrimonio Arqueológico del Valle del Ebro). Agradecemos cordialmente al pueblo y Ayuntamiento de Arén y a la Diputación Provincial de Huesca por acoger y financiar las campañas de campo entre 2013 y 2019.

### Bibliografía

- Benito, G., Sancho, C., Peña-Monné, J.L., Machado, M.J., Rhodes, E. (2010). Large-scale karst subsidence and accelerated fluvial aggradation during MIS6 in NE Spain: Climate and paleohydrological implications. *Quaternary Science Reviews*, 29, 2694-2704. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.06.020>
- Benito-Calvo, A., Arnold, L., Mora, R., Martínez-Moreno, J., Demuro, M. (2020). Reconstructing Mousterian landscapes in the southeastern Pyrenees (Roca dels Bous site, Pre-Pyrenees ranges, Spain). *Quaternary Research*, 97, 167-186. <https://doi.org/10.1017/qua.2020.29>
- Calov, R., Ganopolski, A., Claussen, M., Petukhov, V., Greve, R. (2005). Transient simulation of the last glacial inception. Part I: Glacial inception as a bifurcation in the climate system. *Climate Dyn.*, 24(6), 545-561. <https://doi.org/10.1007/s00382-005-0007-6>
- Calle, M., Sancho, C., Peña-Monné, J.L., Cunha, P., Oliva-Urcía, B., Pueyo, E. (2013). La secuencia de terrazas cuaternarias del río Alcanadre (provincia de Huesca): caracterización y consideraciones paleoambientales. *Cuad. Invest. Geográfica*, 39(1), 159-178. <https://doi.org/10.18172/cig.2004>
- Canudo, J.I., Barco, J.L., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J.I., Cruzado, P. (2005). Los yacimientos de dinosaurios de Arén (Areny de Noguera) en la Ribagorza de Huesca. Prames, Diputación General de Aragón, Zaragoza.
- Domingo, R., Montes, L. (2016). El asentamiento musteriense al aire libre de Roca San Miguel (Arén, Huesca). En: J.I. Lorenzo, J.M. Rodanés (Eds.), *Actas del I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés Zaragoza*. Col. Of. de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, 17-23.
- Domingo, R., Peña-Monné, J.L., de Torres, T., Ortiz, J.E., Utrilla, P. (2017). Neanderthal highlanders: Las Callejuelas (Monteagudo del Castillo, Teruel, Spain), a high-altitude site occupied during MIS 5. *Quaternary International*, 435, 129-143. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.088>
- Duval, M., Sancho, C., Calle, M., Guilarte, V., Peña-Monné, J.L. (2015). On the interest of using the multiple center approach in ESR dating of optically bleached quartz grains: some examples from the Early Pleistocene terraces of the Alcanadre River (Ebro basin, Spain). *Quaternary Geochronology*, 29, 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2015.06.006>
- Fernández Peris, J., Barciela, V., Blasco R., Cuartero, F., Hortelano, L., Sañudo, P. (2014). La Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia, España), En: R. Sala (Ed.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca, Burgos, 323-331.
- Galbraith, R.F., Roberts, R.G., Laslett, G.M., Yoshida, H., Olley, J.M. (1999). Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium rock shelter, Northern Australia: part 1, experimental design and statistical models. *Archaeometry*, 41, 339-364. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.1999.tb00987.x>

- García Ruiz, J.M., Martí Bono, C., Valero Garcés, B., González Sampérez, P., Lorente, A., Beguería, S., Edwards, L. (2000). Derrubios de ladera en el Pirineo central español: Significación cronológica y paleoclimática, En: J.L. Peña Monné, M. Sánchez-Fabre, M., V. Lozano, M.V. (Eds.), Procesos y formas periglaciares en la montaña mediterránea. Instituto de Estudios Turoleses, Teruel, 63-79.
- García-Ruiz, J.M., Martí-Bono, C., Peña-Monné, J.L., Sancho, C., Rhodes, E.J., Valero-Garcés, B., González-Sampérez, P., Moreno, A. (2012). Glacial and fluvial deposits in the Aragon Valley, Central Western Pyrenees: Chronology of the Pyrenean Late Pleistocene Glaciers. *Geographiska Annaler: series A, Physical Geography*, 95, 15-32. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2012.00478.x>
- Hughes, P.D., Gibbard, P.L. (2018). Global glacier dynamics during 100 ka Pleistocene glacial cycles. *Quaternary Research*, 90, 222-243. <https://doi.org/10.1017/qua.2018.37>
- Lambeck, K., Chappell, J. (2001). Sea level change through the last glacial cycle. *Science*, 292, 679-686. <https://doi.org/10.1126/science.1059549>
- Lewis, C., McDonald, E., Sancho, C., Peña-Monné J.L., Rhodes, E. (2009). Climatic implications of correlated Upper Pleistocene glacial and fluvial deposits on the Cinca and Gállego Rivers, NE Spain. *Global and Planetary Change*, 67, 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.01.001>
- López Olmedo, F. Ardévol, L. (1994). Mapa Geológico de España 1:50.000 serie Magna, hoja 251 (Arén). I.G.M.E, Madrid.
- Margari, V., Skinner, L.C., Hodell, D.A., Martrat, B., Toucanne, S., Grimalt, J.O., Gibbard, P.L., Lunkka, J.P., Tzedakis, P.C. (2014). Land-ocean changes on orbital and millennial time scales and the penultimate glaciation. *Geology*, 42, 183-186. <https://doi.org/10.1130/G35070.1>
- Martínez-Moreno, J., Mora, R., Casanova, J. (2004). El marco cronométrico de la cueva de L'Estret de Tragó (Os de Balaguer, La Noguera) y la ocupación de la vertiente sur de los Prepirineos durante el Paleolítico medio. *Saldvie*, 4, 1-16.
- Montes, L. (1988). El Musteriense en la Cuenca del Ebro. *Monografías Arqueológicas*, 28. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Montes, L., Utrilla, P., Martínez-Bea, M. (2006). Trabajos recientes en yacimientos musterien- ses de Aragón. Una revisión de la transición Paleolítico Medio/Superior en el Valle del Ebro. *Zona Arqueológica*, 7, 214-233.
- Montes, L., Utrilla, P. (2014). La Cueva de los Moros 1 de Gabasa (Huesca), En: R. Sala (Ed), Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca, Burgos, 181-188.
- Montes, L., Domingo, R., Peña-Monné, J.L., Sampietro-Vattuone, M.M., Rodríguez-Ochoa, R., Utrilla, P. (2016). Lithic materials in high fluvial terraces of the central Pyrenean piedmont (Ebro Basin, Spain). *Quaternary International*, 393, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.042>
- Mora, R., Benito-Calvo, A., Martínez-Moreno, J., González-Marcén, P., de la Torre, I. (2011). Chrono-stratigraphy of the Upper Pleistocene and Holocene archaeological sequence in Cova Gran (south-eastern Pre-Pyrenees, Iberian Peninsula). *Journal of Quaternary Science*, 26, 635-644. <https://doi.org/10.1002/jqs.1486>
- Mora, R., Martínez-Moreno, J., Roy, M., Benito-Calvo, A., Polo, A., Samper, S. (2018). Contextual, techno-typological and chronometric implications from Cova Gran to the Middle-to-Upper Palaeolithic debate in Northeastern Iberia. *Quaternary International*, 474, 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.05.017>
- Peña Monné, J.L. (1983). La Conca de Tremp y las Sierras Prepirenaicas comprendidas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana. *Estudio Geomorfológico*. Instituto de Estudios Ilerdenses, Lérida.
- Peña Monné, J.L. (1988). Las acumulaciones cuaternarias de los llanos leridanos. Aspectos generales e itinerarios de campo. *Institut d'Estudis Ilerdencs*, Lérida.
- Peña Monné, J.L., Sancho, C. (1988). Correlación y evolución cuaternaria del sistema fluvial Segre-Cinca en su curso bajo (provs. de Lérida y Huesca). *Cuaternario y Geomorfología*, 2, 77-83.
- Peña-Monné, J.L., Chueca, J., Julián, A. (1998). Los derrubios estratificados del sector central pirenaico: Cronología y límites altitudinal. En: A. Gómez Ortiz, F.S. Franch, L. Schulte, A. García Navarro (Eds.), *Procesos biofísicos actuales en medios fríos*. Editorial Serv. Publ. Universitat de Barcelona, Barcelona, 205-216.
- Peña Monné, J.L., Sancho, C., Lewis, C., McDonald, E., Rhodes, E. (2003). Las morrenas terminales de los valles glaciares del Gállego y Cinca (Piri-

- neos de Huesca). Datos cronológicos. *Boletín Glaciológico Aragonés*, 4, 91-109.
- Peña Monné, J.L., Sancho, C., Lewis, C., McDonald, E., Rhodes, E. (2004). Datos cronológicos de las morrenas terminales del glaciar del Gállego y su relación con las terrazas fluvio-glaciares (Pirineo de Huesca). En: J.L. Peña Monné, L.A., Longares, M. Sánchez Fabre (Eds.), *Geografía Física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*. Univ. Zaragoza e Inst. Fernando el Católico, Zaragoza, 71-84. <http://age.ieg.csic.es/fisica/docs/007.pdf>
- Peña Monné, J.L., Turu, V., Calvet, M. (2011). Les terrasses fluvials del Segre i afluent principals: Descripció d'afloraments i assaig de correlació. En: V. Turu, A. Constante (Eds.), *El Cuaternario en España y áreas afines, avances en 2011*. INQUA, Andorra, 51-55.
- Polo-Díaz, A., Benito-Calvo, A., Martínez-Moreno, J., Mora Torcal, R. (2016). Formation processes and stratigraphic integrity of the Middle-to-Upper Palaeolithic sequence at Cova Gran de Santa Linya (Southeastern Prepyrenees of Lleida, Iberian Peninsula). *Quaternary International*, 417, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.113>
- Prescott, J.R., Hutton, J.T. (1994). Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: Large depths and long-term time variations. *Radiat. Meas.*, 23, 497-500. [https://doi.org/10.1016/1350-4487\(94\)90086-8](https://doi.org/10.1016/1350-4487(94)90086-8)
- Railsback, L.B., Gibbard, Ph.L., Head, M. Voarintsoa, N.R.G., Toucanne, S. (2015). An optimized scheme of lettered marine isotope substages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. *Quaternary Science Reviews*, 111, 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.01.012>
- Ríos-Garaizar, J., Gárate Maidagan, D., Gómez-Olivencia, A., Iriarte, E., Arceredillo-Alonso, D., Iriarte-Chiapusso, M.J., García-Ibaibarriaga, N., García-Moreno, A., Gutiérrez-Zugasti, I., Torres, T., Aranburu, A., Arriolabengoa, M., Bailón, S., Murelaga, X., Ordiales, A., Ortiz, J.E., Rofes, J., San Pedro, Z. (2015). Short-term Neandertal occupations in the late Middle Pleistocene of Arlanpe (Lemoa, northern Iberian Peninsula). *Comptes Rendus Paleovol*, 14(3), 233-244 <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.11.006>
- Samsó, J.M., Cuevas, J.L., Mercadé, Ll., Arbués, P., Barberá, X., Corregidor, J., López Blanco, M., Salueña, I. (2010). Mapa Geologic de Catalunya 1:25000 Espills (251-2-2). Inst. Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- Samsó, J.M., García Sainz, J.M., Mateos, I., Tallada, A., Copons, R. (2012). Mapa Geològic de Catalunya 1:25000 Areny (251.2.1). Inst. Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- Sánchez de la Torre, M. Mangado, X. (2016). ¿De dónde vienen? Aprovechamiento de rocas sedimentarias silíceas en el yacimiento magdalenense al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, Lleida). *Trabajos de Prehistoria*, 73(1), 7-28. <https://doi.org/10.3989/tp.2016.12161>
- Sancho, C. (1991). Geomorfología de la cuenca baja del río Cinca. Instituto de Estudios Aragoneses, Huesca.
- Sancho, C., Peña-Monné, J.L., Lewis, C., McDonald, E., Rhodes, E. (2004). Registros fluviales y glaciares cuaternarios de las cuencas de los ríos Cinca y Gállego (Pirineos y Depresión del Ebro). *Geo-Guías*, 1. Itinerarios Geológicos por Aragón, SGE, 181-205.
- Sancho, C., Calle, M., Peña-Monné, J.L., Duval, M., Oliva-Urcía, B., Pueyo, E.L., Benito, G., Moreno, A. (2016). Dating the Earliest Pleistocene alluvial terrace of the Alcanadre River (Ebro Basin, NE Spain): Insights into the landscape evolution and involved processes. *Quaternary International*, 407, 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.050>
- Sancho, C., Arenas, C., Pardo, G., Peña-Monné, J.L., Rhodes, E., Bartolomé, M., García-Ruiz, J.M., Martí-Bono, C. (2018). Glaciolacustrine deposits formed in an ice-dammed tributary valley in the South-central Pyrenees: new evidences for the Late Pleistocene climate evolution. *Sedimentary Geology*, 366, 47-66. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.01.008>
- Santamaría Álvarez, D., Rasilla Vives, M. de la (2013). Datando el final del Paleolítico medio en la Península Ibérica. Problemas metodológicos y límites de la interpretación. *Trabajos de Prehistoria*, 70, 241-263. <https://doi.org/10.3989/tp.2013.12111>
- Sola, C., Montes, L., Domingo, R. (2016). Rotas en mil pedazos: un estudio preliminar de esquilas óseas del sitio musteriense de Roca San Miguel (Arén, Huesca). *Saldvie*, 16, 55-62.
- Stange, K.M., Van Balen, R., Carcaillet, J., Vandenberghe, J. (2013a). Terrace staircase development in the Southern Pyrenees foreland: Inferences from  $^{10}\text{Be}$  terrace exposure ages at the Segre River. *Global and Planetary Change*, 101, 97-112. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.12.007>

- Stange, K.M., Van Balen, R.T., Vandenberghe, J., Peña-Monné, J.L., Sancho, C. (2013b). External controls on Quaternary fluvial incision and terrace formation at the Segre River, Southern Pyrenees. *Tectonophysics*, 602, 316-331. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.10.033>
- Terradillos-Bernal, M., Díez Fernández-Lomana, J.C., Jordá Pardo, J.F., Benito-Calvo, A., Clemente, I., Hilgers, A. (2014). San Quirce (Palencia, Spain), un yacimiento del Paleolítico medio en la Meseta norte. En: R. Sala (Ed.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca, Burgos, 584-586.
- Turu, V., Peña Monné, J.L. (2006a). Las terrazas fluviales del sistema Segre-Valira (Andorra. La Seu d'Urgell-Organyà, Pirineos Orientales): Relación con el glaciario y la tectónica activa. En: A. Pérez-Alberti, J. López-Bedoya (Eds.), *Geomorfología y Territorio*. Ed. Univ. Santiago, Santiago de Compostela, 113-127.
- Turu, V., Peña Monné, J.L. (2006b). Ensayo de reconstrucción cuaternaria de los valles del Segre y Valira (Andorra-La Seu d'Urgell-Organyà, Pirineos Orientales): morrenas y terrazas fluviales. En: A. Pérez-Alberti, J. López-Bedoya (Eds.), *Geomorfología y Territorio*. Ed. Univ. Santiago, Santiago de Compostela, 129-144.
- Utrilla, P., Montes, L., Blasco, F., Torres, T., Ortiz, J.E. (2010). La cueva de Gabasa revisada 15 años después: un cubil para las hienas y un cazadero para los Neandertales. *Zona Arqueológica*, 13, 376-389.
- Vega, S., Samper Carro, S., Pizarro Barberà, J., Mora, R., Martínez-Moreno, J., Benito-Calvo, A. (2015). Abric Pizarro (Àger, Lleida): Un nou jaciment del Paleolític Mitjà al Prepirineu oriental. *Primeres Jornades D'arqueologia I Paleontologia de Ponent*, 32-39. <http://hdl.handle.net/10687/422482>

*Recibido el 10 de mayo de 2021*  
*Aceptado el 1 de junio de 2021*

