

e  
n  
t  
e  
m  
u

**DESCENDIENDO EL RÍO SELLA.  
UNA (RE)VISIÓN DE LA  
ARQUEOLOGÍA PREHISTÓRICA  
DEL VALLE DEL SELLA  
(ASTURIAS, ESPAÑA)**

**Jesús F. Jordá Pardo  
Sergio Martín-Jarque  
Rodrigo Portero Hernández  
Esteban Álvarez-Fernández  
(Editores)**

Volumen XIX  
Año 2022



ASTURIAS

# VEINTE AÑOS DESDE EL DESCUBRIMIENTO DEL YACIMIENTO PALEOLÍTICO DE LA CUEVA SOPEÑA (ONÍS, ASTURIAS, ESPAÑA)

Twenty years since the discovery of the palaeolithic site of the Sopeña cave (Onís, Asturias, Spain)

Ana C. Pinto-Llona<sup>1</sup>  
Aurora Grandal-d'Anglade<sup>2</sup>  
Paloma Uzquiano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Museo Arqueológico Regional, Plaza de las Bernardas s/n, Alcalá de Henares, 28801 Madrid. [acpl@protonmail.com](mailto:acpl@protonmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Xeoloxía, Universidade da Coruña, Edificio de Servizos Centrais de Investigación, Campus de Elviña, 15071 A Coruña. [aurora.grandal@udc.es](mailto:aurora.grandal@udc.es)

<sup>3</sup> UNED (CA Talavera) C/ SS Mártires, 22, Talavera de la Reina, 45600 Toledo. [p\\_uzquiano@hotmail.com](mailto:p_uzquiano@hotmail.com)

**Resumen:** El yacimiento paleolítico de Sopeña fue descubierto en el año 2001. Desde entonces, un sondeo y varias campañas de excavación han revelado una secuencia de 17 niveles arqueológicos. Los seis inferiores (niveles XII a XVII), musterienses, obra de neandertales, como señala la presencia de herramientas típicas. Por encima de ellos hay cuatro niveles de Paleolítico Superior Inicial (niveles VIII a XI), donde dominan las hojas sobre las lascas característica; y por último, los siete niveles superiores de la cultura Gravetiense (niveles I a VII) definidas en base al hallazgo de varias puntas gravetienses. Dataciones realizadas por C14 y otros métodos confirman estas observaciones. Este artículo resume lo que hasta hoy sabemos de este yacimiento, a partir del estudio de materiales recuperados en un sondeo.

**Palabras clave:** *Musteriense, Paleolítico superior inicial, Gravetiense, arqueomagnetismo, antracología.*

**Abstract:** The palaeolithic assemblage of Sopeña was discovered in 2001. Since the discovery, a test excavation and several fieldwork seasons have revealed a sequence of 17 archaeological levels. The lower six (levels 12 to 17) are Mousterian, the work of Neanderthals, as revealed by the presence of typical tools. Over these there are four Early Upper Palaeolithic levels (levels 8 to 11), where blades dominate over flakes, as is characteristic of that time. Finally, the seven upper levels are Gravettian (levels 1 to 7) as defined by the finding of several typical points. Dates by C14 and other methods confirm these observations. Here we summarize what we know about this site up to now, mainly from the study of the materials recovered in the test excavation.

**Key words:** *Mousterian, Early Upper Palaeolithic, Gravettian, archaeo-magnetism, anthracology.*

## 1 Introducción

El yacimiento paleolítico de Sopeña (Lat. 43° 19' N Long. 04° 56' O) fue descubierto en el año 2001, en el curso de la realización de trabajos encaminados a la mejora del conocimiento existente, y puesta en valor, de la riqueza arqueo-paleontológica del Concejo de Onís (Asturias). Se trata de un abrigo o cueva situado en la vertiente norte de los Picos de Europa, una formación caliza masiva en el corazón de la cordillera Cantábrica (Figura ). Se abre en las

calizas carboníferas de la Formación Picos de Europa (Calizas de Picos) pero se rodea de afloramientos de cuarcitas (Cuarcita de Barrios) y conglomerados de areniscas, pizarras y calizas (Figura 2).



Figura 1. a, Mapa de situación general del abrigo de Sopena. b, Mapa topográfico del entorno del yacimiento.

El abrigo está en la base de una prominencia rocosa y se abre hacia el suroeste, 450 m por encima del nivel del mar, situado sobre el valle del río Güeña, afluente del río Sella y que fluye de este a oeste; y a 250 m de altura sobre éste. Perpendicularmente al río Güeña y 100 m por debajo del yacimiento, fluye de norte a sur hacia él el arroyo La Güesal, que actualmente lleva agua todo el año.

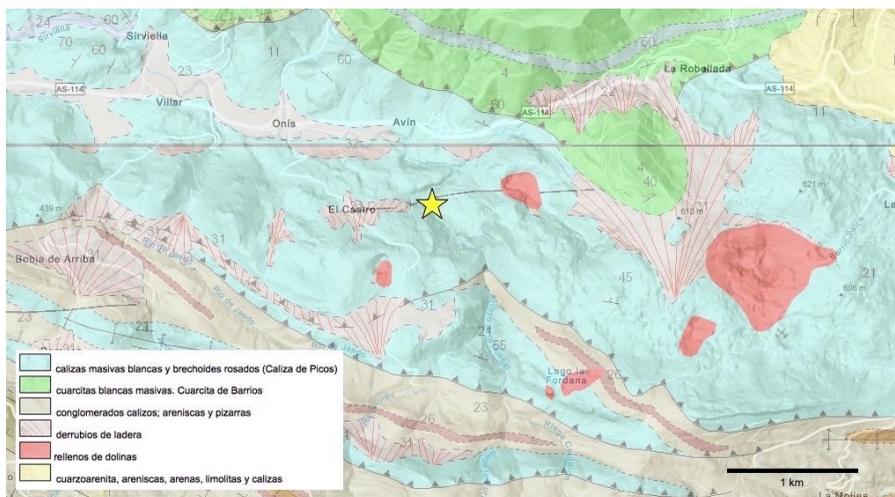


Figura 2. Mapa geológico de Sopeña y su entorno (MERINO TOMÉ 2004, disponible en IGME <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/geodezona.aspx?Id=Z1000>).

Cercano a cursos de agua pero a cierta altura sobre ellos, y dominado un amplio paisaje donde se moverían los animales que cazaban, el abrigo de Sopeña cumple todas las condiciones ideales para la ocupación humana y para la conservación a largo plazo de los sedimentos que en él se acumularan. Es observable desde la carretera que va de Cangas de Onís a Cabrales, sobre todo en el tramo que va desde Benia de Onís hasta Avín (Figura 3).

El abrigo está protegido en su entrada por grandes bloques caídos del techo o cornisa y recubiertos en su superficie por gruesas coladas estalagmíticas y muñones de lo que fueron espesas estalagmitas (PINTO-LLONA *et al.* 2006), que posiblemente atestiguan una posición más interna dentro de la cueva. Situado en una ladera empinada, creemos que sucesivos derrumbes de la cornisa han hecho retroceder lo que antiguamente sería la zona protegida usada por los humanos prehistóricos. El abrigo se encuentra lleno de sedimentos hasta menos de dos metros del techo; al excavar, las paredes de la cueva se retiran, arqueándose hacia el fondo, y es muy probable que estemos en la parte superior de lo que podría ser una cámara colmatada de una cueva más grande.



Figura 3. a, Sopeña vista desde el norte, desde la carretera en las proximidades del pueblo de Avín. b, el abrigo visto desde el oeste, desde el pueblo de Castru, al otro lado de la garganta por la que discurre el arroyo La Güesal.

Parte de la información que se condensa en este artículo ha sido publicada anteriormente (PINTO-LLONA 2014, 2018; PINTO-LLONA y GRANDAL D'ANGLADE 2019; PINTO-LLONA *et al.* 2005, 2006, 2009, 2012) y se refiere principalmente a estudios sobre materiales recuperados en un sondeo realizado en 2002.

## 2 Métodos

### 2.1 *Métodos de excavación en el sondeo y documentación y análisis previo de los materiales recuperados*

Inicialmente en Sopeña, en los años 2001 y 2002, llevamos a cabo un sondeo de dos metros cuadrados a los que denominamos entonces I6 y J6. El sondeo se realizó junto a la pared, en un ángulo que sugiere la posible existencia de una falla que haya podido ser causa de la conformación del abrigo (Figura 4). La pared se retira según profundizamos, exponiendo otro metro cuadrado contra ella, al que denominamos K6. Más adelante, al comenzar la excavación en extensión, se adoptó una nueva convención para la denominación de las cuadrículas: el cuadro I6 pasó a llamarse N100E100 como se observa en dicha Figura 4 y los nombres sucesivos crecen hacia el norte y hacia el este.

El sondeo se excavó por niveles estratigráficos en función de diferencias de coloración y textura y la profundidad vertical se midió empleando un nivel de agua (vinómetro) cuando fue posible. Anotamos la profundidad vertical en cinco puntos cada metro (en el centro y cerca de sus cuatro vértices) sistemáticamente en cada cambio de nivel, marcando la profundidad de su base y al tiempo la altura de la parte superior del nivel siguiente. También se anotó del mismo modo la profundidad vertical alcanzada al final de cada día de excavación; la de las muestras de sedimento tomadas de cada nivel con el objetivo de hacer el estudio de la microfauna (un caldero por nivel y cuadro), y cada vez que hubo un hallazgo o estructura que se considerara más relevante.

Los materiales líticos y faunísticos recuperados se almacenaron en bolsas de PVC etiquetadas por nivel, cuadro y fecha. Durante las campañas subsiguientes, con la ayuda de estudiantes voluntarios trabajando en el laboratorio de campo en Avín, y bajo la supervisión de la profesora estadounidense Kaye E. Reed (Instituto de Orígenes Humanos, Arizona State University), se procedió a la numeración y etiquetado de todos los hallazgos del sondeo (más de 40.000), creando una base de datos por nivel, cuadro, fecha de excavación, tipo de material (lítica, fauna, diente, etc.). Posteriormente, y con ayuda de Rosario Macías Rosado (Ayudante de Investigación CSIC), se procedió a medir (longitud y anchura máximas) y a pesar cada uno de esos hallazgos, añadiendo esas medidas a la base de datos anterior.

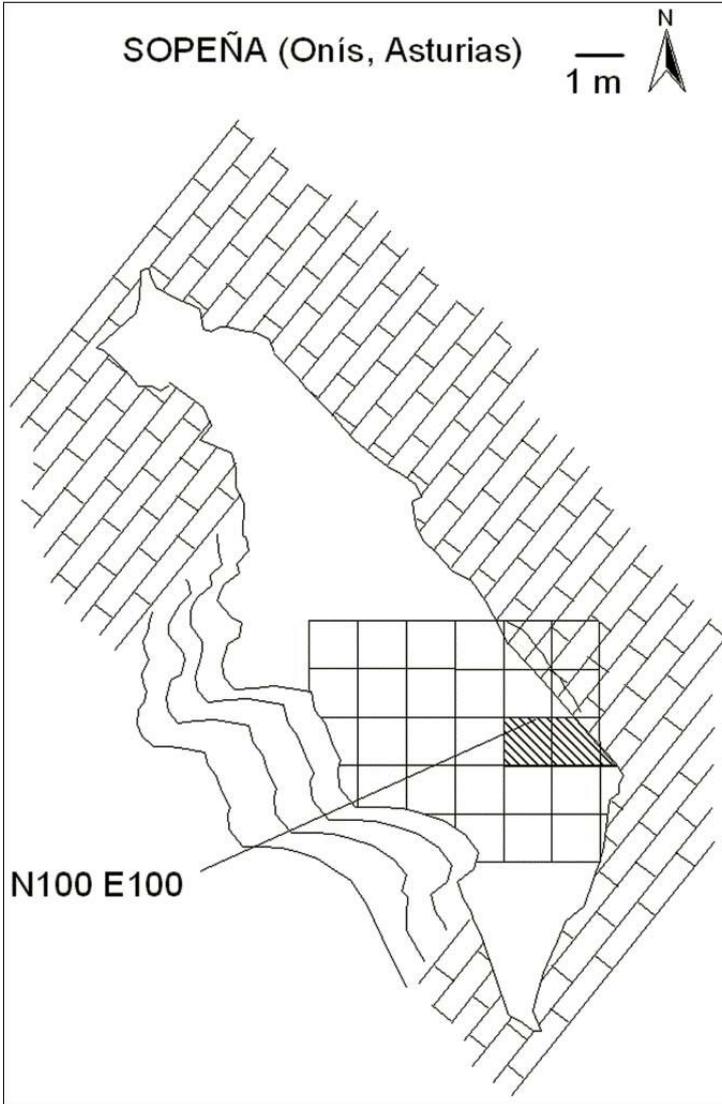


Figura 4. Mapa en planta de Sopeña al inicio del sondeo, que aparece sombreado y señalando el cuadro I6 (N100E100). La cuadrícula cubre el área actualmente en excavación en extensión. Los niveles I y II aparecen solamente pegados a la pared en una estrecha franja donde la inclinación del techo no permite estar de pie. El nivel III aparece solamente en los dos metros más cercanos a la pared. El nivel IV aparece ya en toda la extensión bajo la cuadrícula. Las líneas curvas a la izquierda señalan las coladas estalagmíticas cubriendo grandes bloques caídos del techo o bien de la cornisa.

## **2.2 Metodología del estudio micromorfológico de los sedimentos**

El análisis micromorfológico de los sedimentos permite conocer el origen y trayectoria de las acumulaciones sedimentarias, así como de los agentes implicados en la formación de cada nivel estratigráfico. Se realiza a partir del estudio de muestras intactas de sedimento, que se tomaron de las paredes del sondeo, utilizando escayola para su protección; luego se secan en un horno durante varios días, se impregnan en resina de poliéster, y por fin, se cortan en secciones finas. De los niveles expuestos en el sondeo de Sopeña se prepararon en total 19 secciones finas, que luego se estudiaron con lupa binocular y microscopio petrográfico con aumentos entre x4 y x40, y entre x12 a x500, respectivamente.

## **2.3 Análisis lítico**

Para la identificación de los útiles líticos en el laboratorio de campo durante la realización del sondeo se emplearon, además de la identificación visual directa, las diversas monografías existentes sobre yacimientos paleolíticos en la cornisa cantábrica. Además, y entre otras, las siguientes obras: BORDES 1988, DEBÉNATH & DIBBLE 1994; EIROA *et al.* 1999.

Un estudio preliminar de los materiales líticos del sondeo fue realizado en colaboración con el investigador estadounidense G. Clark (Departamento de Antropología, Arizona State University). La talla se clasificó de acuerdo con 25 categorías desarrolladas por este autor (CLARK *et al.* 1986) que posibilitan el seguimiento de las varias fases del proceso de reducción. Los núcleos se clasificaron de acuerdo con nueve categorías, y se registraron como agotados cuando en apariencia no es posible obtener más lascas de ellos. Su análisis de los restos líticos de Sopeña ha sido publicado en PINTO-LLONA *et al.* (2012). En él, debido a que el sondeo arrojó pocas piezas tipológicamente diagnósticas, se estimó adecuado el agrupar por una parte todos los niveles de Paleolítico medio y todos los de Paleolítico superior por otra. Creemos que un estudio más detallado nivel por nivel, actualmente en curso, aportará información adicional de interés.

## **2.4 Métodos del estudio arqueomagnético**

El arqueomagnetismo, en un contexto amplio, se refiere al estudio de la magnetización de cualquier material relacionado con tiempos arqueológicos. En un yacimiento arqueológico se pueden identificar los niveles que han sido fuertemente alterados por la acción humana utilizando estos métodos para identificar capas o zonas que han sido intensamente ocupadas. Esto es posible pues se produce una alteración en la orientación de los minerales magnéticos cuando los sedimentos son calentados por encima de una determinada temperatura, como ocurre en fuegos y hogares. Si el material de base es particularmente poco magnético, como sucede en el caso de los sedimentos de arenas o arcillas, la identificación de la alteración antrópica, en este caso por fuego, y por tanto de la intensidad de la ocupación, suele ser más sencilla (BELLOMO 1994).

En Sopeña se muestrearon todos los niveles de la secuencia estratigráfica, directamente en las paredes del sondeo; las muestras se secaron luego en el laboratorio de campo con un deshumidificador y se etiquetaron y almacenaron para su estudio posterior en el Laboratorio de Geomagnetismo de la Universidad de Liverpool (Reino Unido) (HERRIES 2009).

## **2.5 Métodos del estudio antracológico**

Durante la campaña de 2005 una de nosotras (PU) muestreó en todos los niveles del sondeo, con objeto de obtener carbones para el análisis antracológico revelar la secuencia de paleovegetación lo más completa posible. En especial se muestrearon los niveles con hogares III, V y VII, muy oscuros y que parecían contener carbones abundantes además de hueso quemado.

El sedimento recogido en este muestreo fue procesado mediante flotación manual en cubeta y triado posterior de los restos relevantes según la metodología antracológica en cuevas y abrigos de la península ibérica (UZQUIANO 1997; BADAL *et al.* 2003). Éstos se sumaron a otros carbones recogidos durante la campaña de excavación en extensión de 2005. Los carbones fueron fracturados previamente con la mano siguiendo la orientación de sus tres planos anatómicos y determinados con ayuda de un microscopio de reflexión (Olympus BX60) y las claves de determinación de los Atlas de Anatomía al uso (SCHWEINGRUBER 1990; VERNET *et al.* 2001). La nomenclatura sigue las pautas de la obra Flora Europaea (TUTIN *et al.* 1964).

## **2.6 Métodos de datación**

En virtud de su adscripción cultural, del Musteriense al Gravetiense, hemos aplicado a los materiales de Sopeña fundamentalmente el método de datación por radiocarbono. Este método emplea el isótopo radioactivo carbono-14 ( $C^{14}$ ) para determinar la edad de materiales que contienen carbono y su límite son unos 40.000-50.000 años. Los organismos biológicos lo absorben durante toda su vida, y tras su muerte este isótopo empieza a decaer en sus huesos y dientes a un ritmo que es conocido según su vida media; por lo que la proporción restante en los restos óseos o dentales nos da una indicación de la fecha de esa muerte. Actualmente se emplea asociado a la técnica AMS (Acelerador de Espectrometría de Masas) que le otorga mayor precisión, y a veces un alcance que puede superar el rango cronológico de los 50.000 años. Adicionalmente y desde más recientemente, se aplican técnicas de ultrafiltrado que, en teoría, permiten limpiar la muestra de cualquier impureza y obtener fechas que se suponen más precisas. En Sopeña hemos realizado dataciones tanto por  $C^{14}$  AMS como  $C^{14}$  AMS ultrafiltradas, en ocasiones de dos fragmentos del mismo resto, obteniendo resultados variables (PINTO-LLONA y GRANDAL D'ANGLADE 2019) que resumimos más abajo.

Para los niveles más antiguos de lo que permite datar el radiocarbono, en Sopeña hemos aplicado la datación por ESR (*Electron Spin Resonance*). Se emplea sobre carbonatos, esmalte dental o sedimentos que han sufrido episodios de calor intenso. La datación por ESR mide la cantidad de electrones no apareados en estructuras cristalinas que han sido previamente expuestas a radiación natural, permitiendo así determinar la edad de la muestra.

## **2.7 Métodos del estudio faunístico**

Las muestras de sedimento específicamente recogidas para los estudios de microfauna -un caldero por nivel- fueron lavadas, cribadas y triadas. Para ello empleamos tamices de 1 cm, 50 mm y 1 mm, y el triado se realizó empleando lupas manuales de magnificación x5.

Los restos óseos y dentales recuperados en el sondeo, tras su lavado con agua y secado en un laboratorio equipado con deshumidificadores, se identificaron visualmente, a nivel de género y de especie cuando fue posible. También se emplearon en esta tarea atlas anatómicos (ej. DAWKINS 1886-1929, LAVOCAT 1966, PALES y LAMBERT 1971, SCHMID 1972, HILLSON 1992, GONSÁLBEZ I NOGUERA 1987) y por comparación con las colecciones de referencia de la autora ACPLL. Cabe mencionar aquí que los restos directamente identificables (dientes y articulaciones) son escasos en este yacimiento, y la mayoría son fragmentos de diáfisis.

## **2.8 *Prospección geofísica por tomografía eléctrica***

En Sopeña y su zona inmediata hemos realizado un análisis por prospección geofísica mediante tomografía eléctrica. Ya hemos mencionado cómo la apariencia actual de abrigo de Sopeña podría ser el resultado del colapso de una cueva más grande en la ladera, y los bloques que se encuentran en su base parecen atestiguar la caída de bloques de la cornisa. La prospección geofísica por tomografía eléctrica revela posibles rellenos donde muestrear en un futuro, posiblemente en niveles sincrónicos con los más profundos revelados en el sondeo e incluso más antiguos.

En Sopeña se han realizado tres perfiles de tomografía eléctrica, dispuestos en dirección NE-SO, NO-SE y ONO-ESE. Cada uno de ellos tiene una longitud de 35 m y una separación entre electrodos de 1 m. Todos los perfiles se han medido con doble dispositivo, por un lado, con dispositivo Schlumberger-Wenner y por otro lado, Dipolo-Dipolo. Los detalles de este estudio se encuentran en PINTO-LLONA y ARACIL (en prensa), pero queremos mencionar brevemente aquí (último párrafo apartado 3.1) los resultados más relevantes.

## **3 Resultados**

### **3.1 *Estratigrafía revelada en el sondeo***

El sondeo que hemos descrito, cuya sección sur se muestran en la Figura 5, reveló una secuencia estratigráfica relativamente larga, y aparentemente *in situ*, de 17 niveles cuasi horizontales y con contenidos arqueológicos paleolíticos, sin que hayamos encontrado aún la base de roca. La excavación del sondeo se detuvo en el nivel XVII al haber grandes bloques que no podían retirarse sin causar la destrucción del mismo. Se estimó por lo tanto más adecuado centrarse en la excavación en extensión del yacimiento, hasta que ésta alcanzara esos niveles inferiores, permitiendo entonces la profundización del sondeo.

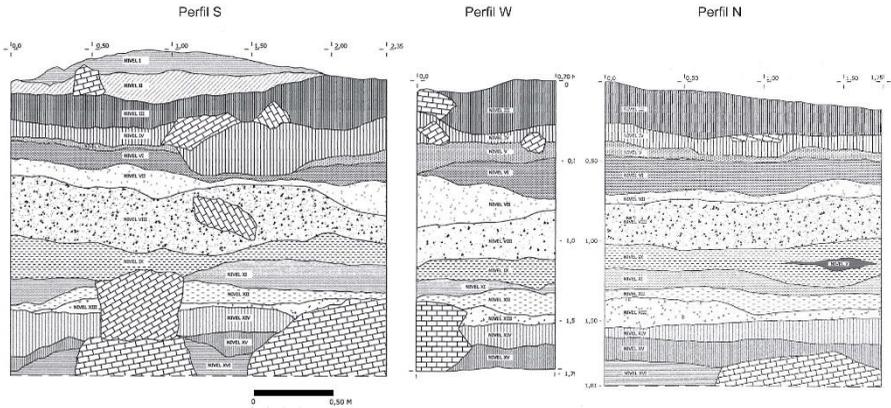


Figura 5. Estratigrafía de Sopeña, perfil sur. En la base se ven los grandes bloques que nos impidieron continuar la excavación del sondeo so pena de destruirlo, pero la secuencia sigue profundizando. El perfil oeste aparece en PINTO-LLONA *et al.* 2012 y el perfil norte en PINTO-LLONA 2018 y PINTO-LLONA y GRANDAL D'ANGLADE 2019.

Los niveles I y II aparecen tan solo en una estrecha franja pegada a la pared; el nivel III en una franja paralela a la pared de unos dos metros; y el nivel IV ya se observa en toda la superficie actualmente en excavación en extensión. Esto puede deberse al rascado de los suelos en época histórica, en que el abrigo era usado como cuadra de ganado vacuno, para recuperar el estiércol para ser usado como fertilizante, o a otras causas. En el nivel IV, en la zona más cercana a la entrada, algunas rocas han sido dinamitadas, probablemente para facilitar la entrada al ganado.

Por otra parte, la prospección geofísica por tomografía eléctrica reveló no sólo que el relleno continúa en profundidad hasta más de 2 m, sino que hacia el exterior del abrigo existe un sistema de cavidades formadas por disolución de las calizas infrayacentes, colmatadas por sedimentos, que podrían tener conexión con el relleno excavado en el abrigo (PINTO-LLONA y ARACIL en prensa).

### 3.2 *Micromorfología sedimentaria de los niveles del sondeo*

El estudio microscópico especializado del sedimento de cada uno de los niveles de la secuencia estratigráfica permite observar circunstancias sobre su formación que no son aparentes en el estudio de los restos que contienen.

A partir de las notas recogidas durante la excavación del sondeo y del minucioso estudio micromorfológico realizado sobre los sedimentos de los niveles registrados, llevado a cabo por el Dr. P. Karkanis (en PINTO-LLONA *et al.* 2012: 49-56), se obtuvo una detallada descripción de la formación, agentes y trayectoria de cada uno de esos niveles:

- **Nivel I:** Con un máximo de 15 cm de potencia, solo aparece en el perfil sur del sondeo, y consiste en gravas contenidas en una matriz ligera gris-marrón. Los clastos son

pequeños guijarros, con alguna presencia de clastos mayores. Los clastos calizos se disponen casi horizontalmente; son angulares, con un redondeamiento incipiente por meteorización. El nivel contiene concentraciones importantes de hueso, lítica, y posibles restos quemados que le dan su tono grisáceo. El nivel I gradualmente pasa a ser el nivel II en una zona de aproximadamente uno o dos centímetros de espesor. De las observaciones microscópicas señalaremos que se observan materiales disturbados y no percolados de encima, con muchos fragmentos de hueso de todos los tamaños, quemados en diversos grados, pero no calcinados, y pequeños fragmentos de carbón. Algunos fragmentos óseos son amorfos y están redondeados, implicando una alteración química posiblemente debida a la digestión. Los restos de combustión aparecen más o menos *in situ*.

- **Nivel II:** Hasta 20 cm de potencia. Se parece al nivel I, aunque tiene más clastos y carece de restos quemados, por lo que su color tiende más al marrón. El contacto con el nivel III es gradual (entre 3 y 6 cm). Bajo el microscopio se observan algunas partículas alargadas con orientación vertical. También hay algo de hueso, aunque en su mayoría no está quemado; y también se observan algunos restos de plantas carbonizados. El nivel se ha formado por acumulación de clastos calcáreos, cuya formación se atribuye a procesos de congelación y descongelación de la roca de la cavidad (KARKANAS en PINTO LLONA *et al.* 2012 49-56)
- **Nivel III:** Unos 30 cm de potencia. Tiene subniveles (unidades estratigráficas) negros, blancos, grises y rojos o marrón oscuro, que sugieren estructuras de combustión *in situ* (hogares utilizados repetidamente bien documentados durante la excavación en extensión). El espesor de este nivel aumenta hacia el centro del yacimiento y se adelgaza hacia la pared (al este). En el perfil sur, la base está marcada por un halo rosado a violeta, probablemente relacionado con la alteración química postdeposicional del sustrato quemado. Con muchos clastos, particularmente en algunas zonas. Aunque el tamaño de grano se parece al del nivel II, es algo más grueso, con más guijarros de tamaño medio (3 a 5 cm). Hay algunos grupos de clastos decimétricos más grandes que podrían tener relación con la construcción de hogares, aunque no queda claro por la observación de los perfiles. El contacto con el nivel IV subyacente es muy claro en algunas zonas, y en otras no tanto, graduándose entre 3 y 5 cm en el perfil oeste. El contacto entre los niveles II y III en las secciones finas es microscópicamente nítido. El sedimento en la sección fina consiste en restos quemados esponjosos a granulares que contienen agregados amorfos negros de carbón, pero también fragmentos de carbón con estructura celular vegetal. Abundan los microfragmentos de hueso de distintos tamaños (hasta solo unos micrones de tamaño) y quemado en diversos grados. También hay granos de cuarzo; no se identificaron cenizas. En resumen, el nivel III tiene restos de hogares *in situ*. Las cenizas presumiblemente se han disuelto por la acción de agua ácida que puede haber interactuado con materia orgánica como podría ser el guano. El material carbonizado no parece carbón de madera, sin más bien fibra de alguna planta herbácea. Alternativamente, podría ser que el carbón de madera hubiera sido alterado postdeposicionalmente por ácidos húmicos. El nivel III además señala un cambio a una

producción más intensa de clastos, sugiriendo posiblemente un cambio a condiciones climáticas más frías.

- **Nivel IV:** Potencia variable entre 5 y 30 cm. Es un sedimento de color marrón claro con una estructura granular que contiene más grava hacia la pared este al fondo del abrigo. En el perfil sur, un acanalamiento de clastos y gravas ha sido excavado como nivel IVa. El contacto inferior es entre abrupto y claro, entre 3 a 5 cm. En algunos lugares, como el perfil sur, el nivel IV está directamente sobre el nivel VI, y se observa alguna mezcla en los materiales de los niveles V y VI. Al microscopio, el contacto entre los niveles III y IV es marcado y nítido, pese a lo cual algunos fragmentos del nivel IV están incorporados como clastos dentro de los restos quemados del nivel III. La base de la matriz que soporta la grava es un limo de arcilla arenosa con ligeras indicaciones de congelación y descongelación. Aparecen fragmentos de carbón y muchos fragmentos de hueso, en su mayoría no quemado, algunos con orientación vertical. El nivel IV contiene sedimento probablemente depositado por flujos de *debris* alterados por una débil crioturbación, mientras que el nivel IVa se formó por agua fluyendo de forma canalizada.
- **Nivel V:** Entre 3 y 15 cm de potencia. Parece ser una estructura fina de combustión, con subniveles blancos que localmente parecen rasgos formados *in situ*. Aparece en el perfil oeste. Procesos erosivos relacionados con la deposición del nivel IV lo quitaron de los perfiles sur y norte. Ya que el contacto inferior es nítido, el hogar fue construido en la superficie erosiva sobre el nivel IV, en el perfil oeste; su contacto inferior con el nivel VI parece haber sido “cocido”, sugiriendo que una estructura de combustión intacta se asienta en la superficie del nivel VI. Bajo el microscopio, el sedimento es una grava soportada por matriz gruesa desordenada. La matriz, arcillosa, es rica en fragmentos de carbón y hueso quemado, conteniendo principalmente *debris* de hogares probablemente alterados por lavados por inclinación y por actividad humana, con el añadido de clastos caídos del techo y posible acción de congelación y descongelación.
- **Nivel VI:** Potencia variable entre 4 y 30 cm. Es de color marrón claro y más oscuro. Contiene arcilla en su matriz, y guijarros entre 5-7 cm de diámetro, también con algunos de mayor tamaño. El contacto con el nivel VII que subyace es claro, de 3 a 6 cm, pero en general es muy nítido, en los lugares donde el contacto forma un cuenco. Ambos rasgos sugieren que procesos erosivos han eliminado partes del nivel VII. Microscópicamente, se observa que el límite con el nivel subyacente es también nítido. El sedimento tiene una microestructura lenticular fina bien desarrollada, producida por congelación y descongelación. Las aportaciones antrópicas son escasas. Los materiales finos probablemente derivan de la erosión de las montañas alrededor del abrigo. Los niveles VI a IV evidencian flujos de agua, causando la acumulación de gravas poco organizadas y sedimentos arcillosos, sugiriendo un clima más húmedo.
- **Nivel VII:** Es de color marrón oscuro a gris muy oscuro con muchos clastos y un contacto nítido con el nivel subyacente. Algunos clastos agrupados podrían estar relacionados con la construcción de hogares. En el campo, sin embargo, no se observan signos claros de rasgos de quemado *in situ*. Hacia el fondo del abrigo, el nivel

VII afecta a algunos rasgos del nivel VIII. Ambos niveles, VII y VIII, parecen haber sido modificados por crioturbación. Bajo el microscopio, el sedimento del nivel VII consiste en agregados arenosos que parecen ordenados. Los granos de tamaño arena consisten en fragmentos redondeados o agregados consolidados de limo arcilloso, también muchos fragmentos sub-redondeados de apatita con inclusiones de cuarzo y muchos fragmentos de carbón, pero poco hueso quemado. Podría tratarse de coprolitos de hiena. Todo ello descansa sobre agregados calcíticos pulverulentos que parecen una subcapa de cristales de ceniza de madera consolidados con una estructura entre esponjosa y vesicular. La parte inferior de este nivel consiste en una superficie rojiza formada por encima del contacto con el nivel VIII que le subyace. La base del nivel VII muestra rasgos de combustión *in situ*; sobre ella, arrastres por inclinación han removido el sedimento, lo cual puede indicar un cambio gradual a condiciones climáticas más suaves que en las capas de debajo. Sin embargo, la cantidad alta de vesículas podría también atribuirse al deshielo. Contiene una concentración importante de coprolitos de carnívoro.

- **Nivel VIII:** Alrededor de 35 cm de potencia. Es una grava rica en arcilla de color marrón claro, con un número moderado de clastos de tamaño guijarro en el perfil oeste, cuyo número se incrementa hacia el fondo del abrigo. El contacto con el nivel IX es gradual (de 5 a 10 cm). En el nivel VIII, la matriz de limo arenosa a arcilla con grava contiene un número muy alto de granos de tamaño arena de hueso, caliza y restos de coprolitos, y hay descalcificación. El sedimento muestra rasgos típicos de procesos criogénicos, que parecen menos desarrollados hacia la base. El hueso está redondeado con superficies alteradas y bordes isotrópicos. Hay fragmentos de apatita de coprolitos. Las escasas piezas de carbón están redondeadas también e incorporadas en los agregados esféricos. En resumen, este nivel está afectado por congelación y descongelación intensa, y gran parte del hueso parece derivar de coprolitos de carnívoros, con escaso *input* humano.
- **Nivel IX:** Unos 15 cm de potencia. Se asemeja al nivel VIII, pero tiene un color rojizo más oscuro. El fuego y las alteraciones posdeposicionales subsiguientes pueden haber producido algunos focos rosas y rojos con contactos difusos. Algunas áreas más oscuras ocurren en el perfil noreste. En el nivel IX el sedimento ligeramente marrón rojizo se vuelve más rico en arcilla que en el nivel VIII, pero las alteraciones criogénicas son las mismas. Probablemente la criogénesis afectó a ambos niveles al mismo tiempo. El contacto entre ambos es nítido a nivel microscópico, considerando lo anterior. El hueso redondeado y los coprolitos alcanzan el 30%, y hay pocos fragmentos de carbón, redondeados. Hacia la base, menos afectada por crioturbación, hay restos de carbón y hueso quemado. La base del nivel IX tiene restos de hogares alterados. En resumen, este nivel ha estado afectado por procesos de crioturbación intensos, y las aportaciones por parte de carnívoros superan en gran medida a las aportaciones humanas.
- **Nivel X:** Representa un lentejón de limo beige de reducidas dimensiones, tanto en extensión como en potencia (apenas 10 cm en su zona más espesa), que se observa solo en la pared norte del sondeo, separando los sedimentos con rasgos de quemado del nivel IX. No se llevó a cabo ningún muestreo en este nivel.

- **Nivel XI:** Entre 2 y 15 cm de potencia. Contiene principalmente arcilla limosa con algunos clastos finos que se vuelven más gruesos hacia el fondo del abrigo (hacia el este). Hay algunos fragmentos de carbón muy pequeños también dispersos. El contacto con el nivel XII, debajo, es muy claro y nítido. Hay evidencias de heces redondeadas de lombrices. Los granos de tamaño arena son fragmentos redondeados de apatita procedente de coprolitos y la matriz se caracteriza por una concentración importante de materia orgánica consolidada, amorfa y dañada. También hay algo de hueso, principalmente redondeado y con disolución en los bordes. El nivel XI fue acumulado principalmente por causas naturales, probablemente por aportaciones arrastradas de la ladera, y ha sido fuertemente modificado por agentes biológicos. Las alteraciones podrían atribuirse a acumulaciones de guano en una superficie expuesta, sugiriendo que se depositó durante un intervalo climático templado. Además, la gran cantidad de restos redondeados de coprolitos, los materiales agregados y la presencia de vesículas pueden atribuirse a procesos de congelación y descongelación que han afectado este nivel posdeposicionalmente.
- **Nivel XII:** Entre 10 y 15 cm de potencia. Su matriz son limos ricos en arcilla de color amarillo claro a blanco, con algunos clastos esparcidos por toda su superficie. El nivel aparece crudamente laminado; el contacto con el nivel XIII subyacente es, sobre todo, gradual (5 a 8 cm). En la matriz, micrita gris parecida a la ceniza de madera ha sido retrabajada hasta convertirse en agregados criogénicos, por lo no se distinguen algunas de las estructuras de combustión originales. Hay muchas vesículas, conchas de gasterópodo, algunos fragmentos redondeados de coprolitos, aunque menos comunes que en el nivel anterior. En resumen, el sedimento de este nivel es una mezcla de ceniza de madera y material clástico fino alterado posdeposicionalmente por procesos criogénicos y sin signos de alteraciones químicas como las vistas en el nivel anterior.
- **Nivel XIII:** Aproximadamente 10 cm de potencia en toda su extensión. Es un limo arcilloso de color gris-marrón oscuro, que varía lateralmente hacia casi negro hacia el perfil norte. Se detectan rasgos de una combustión *in situ* con hueso quemado asociado con fragmentos de carbón en una zona que parece tener finas capas, descansando sobre un sedimento más rico en grava con una microestructura más compleja, posiblemente una combinación de alteraciones por agentes biológicos y por crioturbación. El sedimento parece muy bioturbado y ciertamente rico en ceniza. Podría representar un lugar donde se descartaron cenizas, ya que no hay carbones ni estructuras *in situ*; las alteraciones posdeposicionales impiden observaciones más detalladas. Los pocos huesos en su mayoría no están quemados y hay escasos fragmentos de coprolitos. También aparecen algunos fragmentos de conchas de gasterópodos.
- **Niveles XIV y XV:** Con 15 cm y entre 10 y 15 cm de potencia, respectivamente. Representan una secuencia compleja de subcapas claras y oscuras. Contienen arcilla, y también clastos granulares finos. Hacia el fondo del abrigo contienen más clastos. En el nivel XIV la grava aparece bien ordenada y alineada horizontalmente, mientras que

la matriz se enriquece en arcillas. Las microestructuras esponjosas y bioturbadas son aún evidentes.

Resumiendo, los niveles XIV, XIII y XII se han formado por procesos antrópicos. Todos ellos contienen grandes concentraciones de ceniza de madera, pero solo una subcapa dentro del nivel XIII parece ser una estructura de combustión relativamente *in situ*. La mayoría podrían representar *debris* de hogares allí arrojados o rastreados. Estas unidades aparecen bioturbadas y crioturbadas, lo que sugiere que el sedimento se congeló en algún momento después de la deposición.

### **3.3 *Análisis de los materiales arqueológicos***

Aunque los hallazgos son numerosos en Sopeña, la calidad relativa de los mismos puede ser algo decepcionante; en la lítica dominan los restos de talla y pequeños fragmentos de rocas aportadas a la cueva por el ser humano, siendo escasos los útiles que respondan a una tipología clara.

La Tabla 1 nos da una idea del número absoluto de hallazgos en cada nivel y, en la columna de la derecha, el porcentaje relativo al total de los recuperados en el sondeo. Hemos señalado en negrita aquellos niveles que superan el 10% de los hallazgos totales, por sugerir ocupaciones más prologadas o intensas. En la excavación en extensión, esta riqueza causa la extrema lentitud con la que puede progresar la excavación de los niveles más densos, y actualmente apenas hemos terminado con el nivel III y estamos comenzando con el nivel IV. La previsión es, por supuesto, que la excavación de los niveles menos ricos en hallazgos progrese mucho más rápidamente. Un análisis más extenso de los materiales arqueológicos del Sondeo se encuentra en PINTO-LLONA *et al.* (2012).

Los niveles detectados corresponden a distintos períodos: los seis inferiores (niveles XII a XVII) al Musteriense, es decir, obra de neandertales. Esta caracterización tecno-cultural se basa en la presencia de útiles típicos de esa cultura (Figura 6). Por encima de ellos se documentan cuatro niveles de Paleolítico superior Inicial (niveles VIII a XI) que, si bien no han ofrecido hasta ahora materiales típicos ni de tecno-complejos transicionales (como podría ser el Chatelperroniense) ni Auriñacienses, reflejan sin embargo un aumento estadísticamente relevante de hojas sobre lascas, presencia que es característica del Paleolítico superior. Aunque a veces se describen como Auriñacienses los niveles de estas características y cronología, hemos preferido por ahora describir los niveles VIII a XI de Sopeña simplemente como de Paleolítico Superior Inicial (Figura 7). Por último, los siete niveles superiores se adscriben a la tecnocultura Gravetiense (niveles I a VII) a partir del hallazgo de varias puntas características (Figura 8). Dataciones realizadas por  $C^{14}$  y otros métodos confirman estas observaciones.

NIVEL	LÍTICA			FAUNA			NÚMERO TOTAL DE HALLAZGOS	% total
	Nº de restos	% de restos	% en nivel	Nº de restos	% de restos	% en nivel		
Gravetiense								
N. 0	95	1,65	43,38	124	0,35	56,62	236	0,55
N. I	417	7,23	26,77	1141	3,24	73,23	1.563	3,63
N. II	400	6,94	24,43	1237	3,51	75,57	1.646	3,82
<b>N. III</b>	<b>1153</b>	<b>20,00</b>	<b>20,62</b>	<b>4439</b>	<b>12,59</b>	<b>79,38</b>	<b>5.613</b>	<b>13,03</b>
N. IV	41	0,71	11,71	309	0,88	88,29	351	0,82
N. V	104	1,80	15,27	577	1,64	84,73	687	1,60
N. VI	115	2,00	13,79	719	2,04	86,21	839	1,95
N. VII	436	7,56	16,50	2206	6,26	83,50	2.652	6,16
PSI								
<b>N. VIII</b>	<b>202</b>	<b>3,50</b>	<b>4,57</b>	<b>4220</b>	<b>11,97</b>	<b>95,43</b>	<b>4.451</b>	<b>10,34</b>
<b>N. IX</b>	<b>662</b>	<b>11,49</b>	<b>7,91</b>	<b>7711</b>	<b>21,87</b>	<b>92,09</b>	<b>8.389</b>	<b>19,48</b>
<b>N. X</b>	<b>276</b>	<b>4,79</b>	<b>7,78</b>	<b>3271</b>	<b>9,28</b>	<b>92,22</b>	<b>6.302</b>	<b>14,63</b>
N. XI	1232	21,37	48,52	1307	3,71	51,48	1.490	3,46
Musteriense								
N. XII	187	3,24	18,17	842	2,39	81,83	1.010	2,35
N. XIII	130	2,26	16,09	678	1,92	83,91	809	1,88
N. XIV	90	1,56	7,95	1042	2,95	92,05	2.463	5,72
<b>N. XV</b>	<b>319</b>	<b>5,53</b>	<b>5,42</b>	<b>5567</b>	<b>15,79</b>	<b>94,58</b>	<b>4.563</b>	<b>10,60</b>
TOTAL	5764	100,00	14,05	4130	100,00	85,95	43.064	100,00

Tabla 1. Hallazgos en el sondeo en los niveles de I a XV (lítica y fauna). Número de restos, porcentaje respecto del número total de restos y porcentaje relativo por nivel. En negrita, los niveles que superan el 10% de hallazgos respecto del total. La abundancia de los hallazgos podría ser un indicador de la intensidad de la ocupación o uso de los humanos, sea en duración de ese uso, sea en número de personas actuando, o ambas.

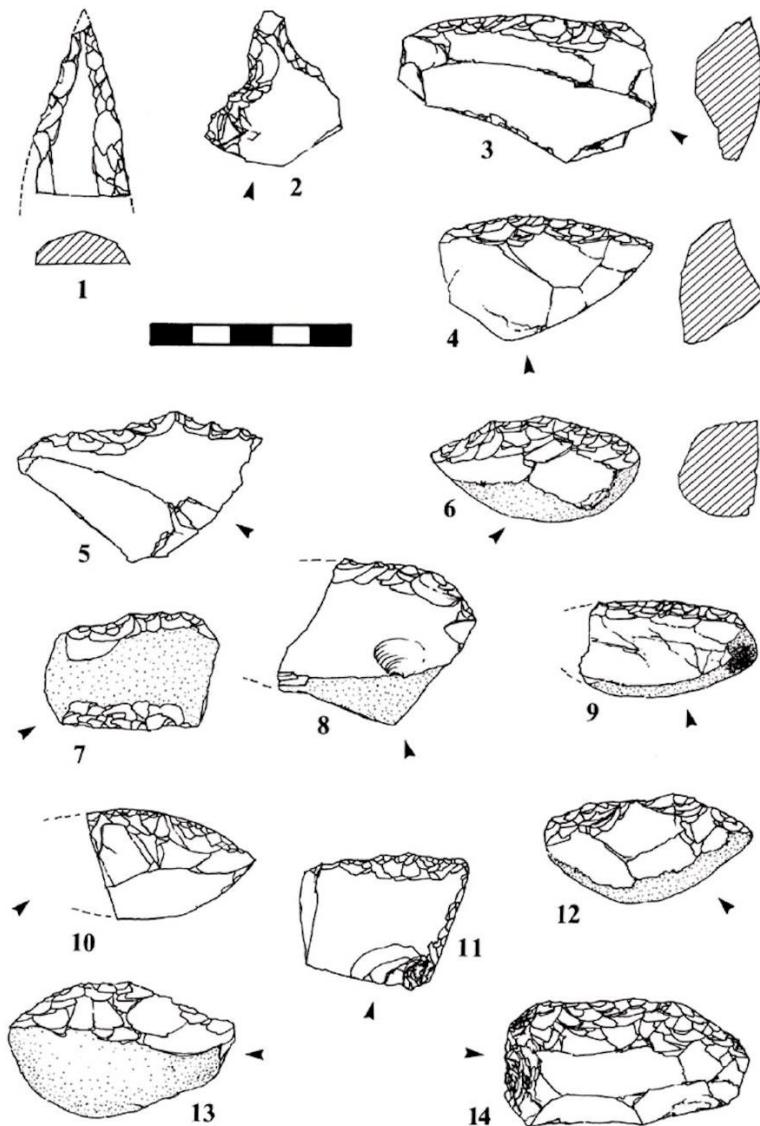


Figura 6. Industria lítica del Paleolítico Medio (niveles XII a XVI) de Sopeña: 1, punta musteriense. 2, muesca o bec. 3, 4, 6, 12 y 13, raspadores laterales convexos. 5, denticulado. 7, raspador lateral doble. 8 y 10, fragmentos de raspador lateral convexo. 9 y 14, raspadores rectos. 11, raspador doble convergente. Todas las piezas en cuarcita. Escala = 5 cm. Según G. Clark en PINTO-LLONA *et al.* (2009).

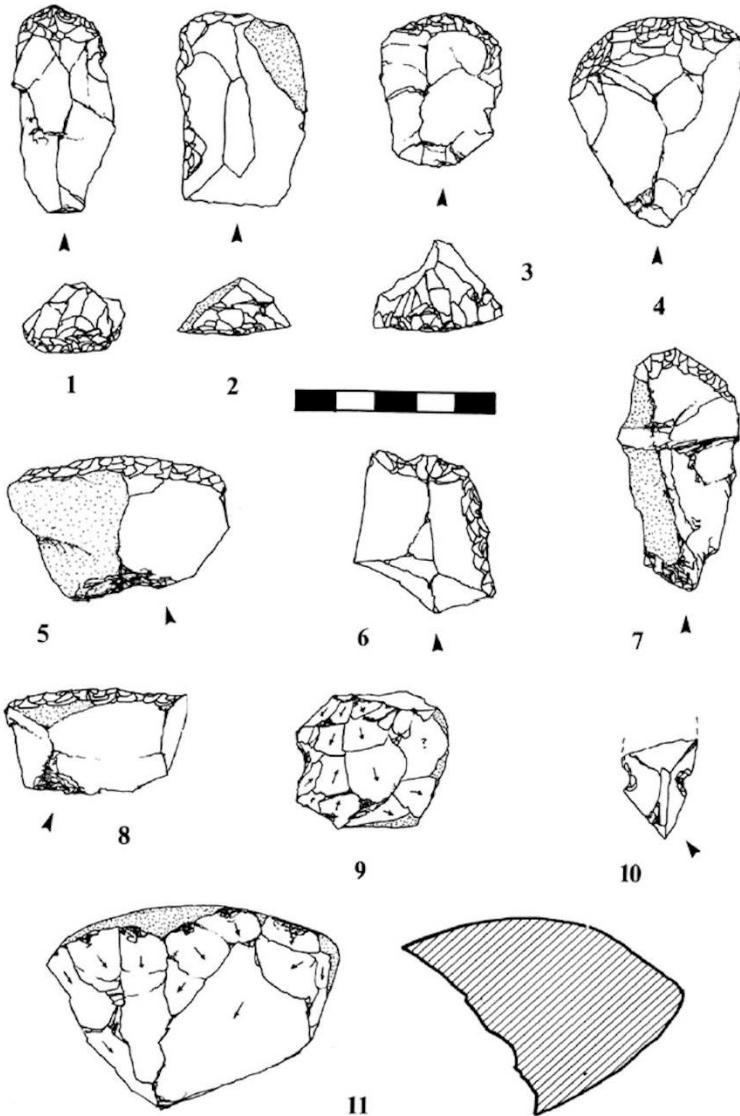


Figura 7. Industria lítica de algunos niveles (niveles IV a XI) del Paleolítico Superior de Sopeña: 1, 2, 5 y 7, raspadores frontales. 3, raspador carenado. 4, raspador fronto-lateral. 8, raspador lateral. 9, núcleo multiplataforma exhausto. 10, muescas opuestas. 11, núcleo de plataforma simple o chopper. Todas las piezas en cuarcita excepto 3 y 10, sobre sílex. Escala = 5 cm. Según G. Clark en PINTO-LLONA *et al.* (2009).

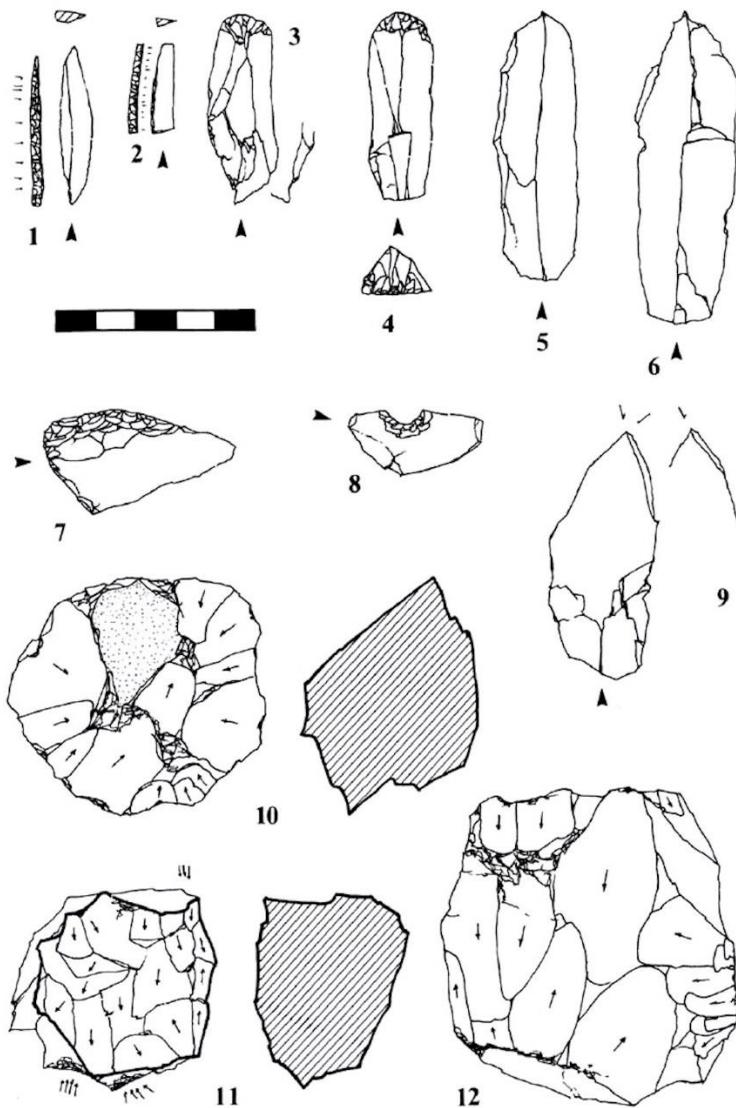


Figura 8. Industria lítica de los niveles superiores (niveles I a III) del Paleolítico Superior de Sopeña: 1, punta Gravetiense. 2, hojita de dorso. 3, raspador frontal/perforador en hoja. 4, raspador frontal en hoja espesa. 5 y 6, hojas de primer orden. 7, raspador lateral. 8, muesca. 9, buril diedro. 10, núcleo discoide. 11, núcleo en lasca-hoja con múltiples plataformas. 12, núcleo mixto con múltiples plataformas. 1, 2, 3, 4 y 11, en sílex; 5, 6, 8, 9, 10 y 12, en caliza. 7, en cuarcita. Escala = 5 cm. Según G. Clark en PINTO-LLONA *et al.* (2009).

Los niveles musterienses muestran una importante variabilidad en cuanto al tamaño medio de los restos líticos recuperados. Los niveles gravetienses, tienen una distribución más homogénea, con la excepción del nivel IV, cuyos restos parecen excepcionalmente pesados y de escasa longitud, aunque la muestra de este nivel es muy pequeña. Los restos de los niveles de PSI (XI a VIII) tienen un tamaño medio comparativamente mucho menor. El análisis volumétrico nos revelará la funcionalidad de cada uno de estos niveles (VAKIPARTA *et al.* en preparación).

### 3.4 *Dataciones y cronología*

Hemos hecho todos los esfuerzos posibles para acercarnos a las cronologías en que se utilizó Sopeña y, en particular, a las fechas de la última ocupación neandertal y la primera por parte del *Homo sapiens*. Ambas son el foco de un intenso debate en nuestro campo (PINTO-LLONA y GRANDAL-D'ANGLADE 2019), que no contribuyen a resolver los continuos cambios en los métodos de datación, aunque sean para mejorar, ya que producen dificultades para comparar entre fechas obtenidas en distintos años y en distintos yacimientos o laboratorios, obligando periódicamente a repetirlas. Debido a este interés en la transición neandertal-cromañón, el mayor esfuerzo para datar los niveles de Sopeña se ha centrado en el último nivel musteriense (nivel XII) (ver MAROTO *et al.* 2012 y nuestra respuesta a sus observaciones sobre Sopeña en PINTO-LLONA 2018 y PINTO-LLONA y GRANDAL-D'ANGLADE 2019); y también en el nivel XI que corresponde a la primera presencia en el yacimiento del *Homo sapiens* moderno.

En conjunto, por ahora contamos con una fecha para el nivel III, Gravetiense; cinco fechas para el nivel XI (Paleolítico superior inicial), de ellas cuatro son  $^{14}\text{C}$  AMS, una de ellas ultrafiltrada y del mismo hueso que una de las que se hicieron sin ultrafiltración; y una obtenida por ESR (*Electron Spin Resonance*).

Asimismo, contamos con siete fechas para el último Musteriense, es decir, la última ocupación neandertal (n. XII): seis se han obtenido por  $^{14}\text{C}$  AMS y, entre estas, dos son ultrafiltradas, de fósiles que también se han datado sin ultrafiltración. Por último, una se obtuvo por ESR.

Hemos intentado obtener fechas para los niveles más antiguos (niveles XIII, XIV y XV) que pueden estar más allá del límite del  $\text{C}^{14}$ , lo cual dificulta su datación. En Sopeña hemos datado esos niveles por ESR (BLACKWELL, B. y SKINNER, A., en PINTO-LLONA *et al.* 2012: 56-59). Para el análisis ESR se han empleado tanto muestras de sedimento como esmalte dental de mamíferos de la misma localización. Según pasan los años y nos impactan las ambigüedades de las dataciones de  $\text{C}^{14}$ , apreciamos más el trabajo realizado por las Dras. Blackwell y Skinner en Sopeña, y más confiables parecen las fechas que ellas produjeron, que nos orientan al interpretar otras obtenidas por otros métodos. Estas fechas están también incluidas en la Tabla 2.

SOPEÑA							
Año	Nivel	Tecnocomplejo	Método	Muestra	Ref. laborat.	Años 14C BP	(BC/AD) (95,4% prob.)
2012	III	Gravetiense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-45124	Beta-198144	21020 ± 100	de -23706 a -23181
2005	XI	Pal. Sup. Inicial	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-06/07-16	Beta-171157	32870 ± 530	de -37181 a -34346
2019	XI	Pal. Sup. Inicial	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-17/07- 85388-16	Beta-470470	40215 ± 310	de -42156 a -40926
2019	XI	Pal. Sup. Inicial	Ultrafiltrada	SPÑ02-17/07- 85388-16	Beta-470467	38445 ± 250	de -40702 a -40267
2012	XI	Pal. Sup. Inicial	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-85391-16	GrA-39760	34470 + 650 - 450	de -38989 a -36075
2012	XI	Pal. Sup. Inicial	ESR-LU		Williams 2005SP02	40300 ± 4.800	
2012	XII	Musteriense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-87583-16	GrA-39761	35500 + 650 - 460	de -39682 a -37627
2009	XII	Musteriense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-18/07-J6	Beta-198146	38630 ± 800	de -42009 a -39926
2019	XII	Musteriense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-17/07- 87743-16	Beta-470471	39390 ± 280	de -41148 a -40559
2019	XII	Musteriense	Ultrafiltrada	SPÑ02-17/07- 87743-16	Beta-470468	33100 ± 150	de -36534 a -35091
2019	XII	Musteriense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-17/07- 87758-16	Beta-470472	48830 ± 480	de fuera de rango a -48224
2019	XII	Musteriense	Ultrafiltrada	SPÑ02-17/07- 87758-16	Beta-470469	45040 ± 550	de -46601 a -44146
2012	XII	Musteriense	ESR-LU		Williams 2005SP03	49300 ± 5.300	
2012	XIII	Musteriense	ESR-LU		Williams 2005SP05	57100 ± 12.500	
2012	XIV	Musteriense	ESR-LU		Williams 2005SP08	50400 ± 8.700	
2012	XV	Musteriense	ESR-LU		Williams 2005SP10	57200 ± 12.300	
2012	XV	Musteriense	C <sup>14</sup> AMS	SPÑ02-24/07-16	Beta-171158	FALLIDA	

Tabla 2. Fechas de Sopeña. Las dataciones 14C fueron obtenidas a partir de restos óseos o dentales y se han calibrado empleando el software online OxCal 4.4 (BRONK RAMSEY 2001, 2009a y b), empleando la curva IntCal20 (REIMER *et al.* 2020). Las dataciones por ESR se realizaron en sedimento o esmalte dental de mamíferos (PINTO-LLONA *et al.* 2012, PINTO-LLONA y GRANDAL D'ANGLADE 2019).

Las fechas  $^{14}\text{C}$  AMS del último Musteriense (nivel XII) y las del primer Paleolítico Superior Inicial (PSI) del nivel XI nos dejan en una ambigüedad relativa sobre si el reemplazo de los neandertales por los humanos modernos en Sopeña fue rápido o hubo un hiato más o menos largo entre ambos sucesos. Las dataciones ESR parecen ayudar, pero no tanto cuando consideramos sus desviaciones típicas. Siguiendo el consenso académico actual -cambiante con las actualizaciones de métodos y de curvas de calibración- no podemos descartar que en Sopeña se haya podido dar algún hiato temporal entre la desaparición local del Musteriense y la primera llegada de *H. sapiens*; por otra parte, el análisis bayesiano aplicado tanto a estas como a nuevas fechas obtenidas recientemente (PINTO-LLONA y GRANDAL D'ANGLADE, en preparación) sugiere que no existió tal hiato.

Una vez que tenemos algunas fechas, podemos intentar ponerlas en relación con las curvas climáticas publicadas, en especial las que se refieren a registros más cercanos y relevantes para esta zona geográfica. En la Figura 9 se muestran las dataciones  $\text{C}^{14}$  disponibles para Sopeña, donde también se representa la curva climática global entre 60.000 y 20.000 años antes del presente en la Figura 9a, basada en el sondeo NGRIP de Groenlandia (SVENSSON *et al.* 2008). Esta curva se obtiene a partir de los valores isotópicos de oxígeno ( $\delta^{18}\text{O}$ ) que a su vez dependen de la temperatura global.

Las dataciones  $\text{C}^{14}$  de Sopeña (Figura 9b) se concentran entre los niveles XII y XI, que registran el final de la ocupación neandertal y la llegada del *H. sapiens* moderno. También se muestran en esta Figura las dataciones por resonancia de espín electrónico (ESR) (Figura 9c), obtenidas a partir de sedimentos y dientes de mamíferos procedentes de los niveles inferiores, que se presumía podrían ser muy cercanos o anteriores al límite de 50.000 años por el que es posible datar con el método de  $\text{C}^{14}$ .

Estas fechas permiten encuadrar las distintas ocupaciones humanas de Sopeña en un contexto climático global en el que se produce un enfriamiento paulatino con fluctuaciones más templadas - aun así, más frías que en la actualidad (DANSGAARD *et al.* 1993; NAUGHTON *et al.* 2007)- y que parecen coincidir con las ocupaciones de los niveles XII, XI y III. El empeoramiento climático que se produce hacia el final del MIS 3 e inicios del MIS 2 (*circa* 25 Ka BP) se encuentra bien documentado en los registros de hielo (DANSGAARD *et al.* 1993), marinos (SÁNCHEZ GOÑI 2006) y continentales (GONZÁLEZ SAMPÉRIZ *et al.* 2010) del hemisferio norte. A una escala más local se puede reconstruir el paleo-ambiente mediante los estudios polínicos, ya que el clima determina el tipo de vegetación que puede desarrollarse en un determinado lugar y época. Los datos polínicos (Figura 9d) tomados de un sondeo marino de registro fino en las costas de Galicia, recogen la vegetación de las cuencas de los ríos gallegos de la vertiente atlántica además del río Sil (FLETCHER *et al.* 2010). En él, los porcentajes de polen de *Quercus caducifolia* (roble) muestran que la cubierta vegetal, salvo en dos fluctuaciones hace 54.000 y 46.000 años respectivamente, era escasa en arbolado y concretamente en bosque caducifolio, en concordancia con un clima más fresco o claramente frío de la mayor parte del período representado.

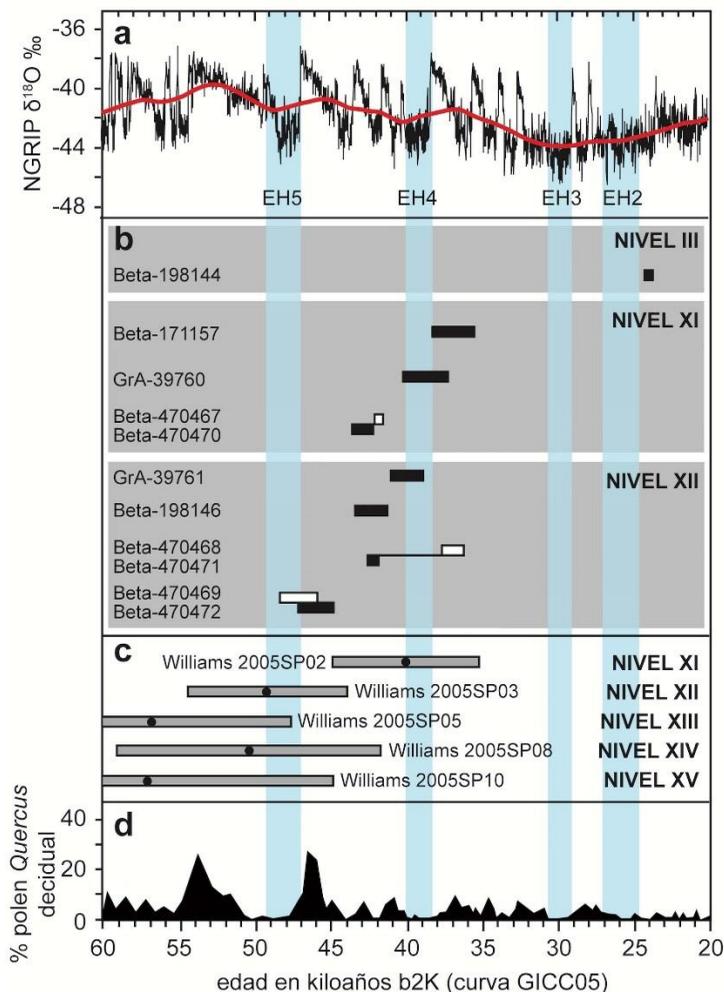


Figura 9. Curvas climáticas y las fechas obtenidas para algunos niveles de Sopeña: a) Curva de isótopos de oxígeno en el registro del testigo NGRIP de Groenlandia (SVENSSON *et al.* 2008). La línea gruesa roja es una suavización de las fluctuaciones con valores medios de intervalos de 200 años. Las franjas azules marcan los estadios Heinrich o pulsaciones frías (SÁNCHEZ-GOÑI y HARRISON 2010); b) Dataciones de huesos 14C AMS, calibradas con OxCal 4.4 (BRONK RAMSEY 2009 a y b) y la curva Intcal20 (REIMER *et al.* 2020). La longitud de los símbolos representa la fecha de la datación con una precisión del 96% a nivel 2 sigma (PINTO-LLONA *et al.* 2012; PINTO-LLONA y GRANDAL-D'ANGLADE 2019). Las barras blancas marcan dataciones con UF, las negras sin utilizar este pretratamiento; c) Dataciones de sedimentos mediante ESR (PINTO-LLONA *et al.* 2012); d) Registro polínico de *Quercus decidual*, indicando clima templado, en un sondeo de plataforma continental frente a la costa atlántica de Galicia, recogiendo la cuenca del Sil y el Miño (FLETCHER *et al.* 2010).

Otro dato local, y por tanto más ajustado a la realidad en Sopeña, se obtuvo del estudio de sedimentos fluvio-glaciares de los cercanos lagos de Covadonga (en el lago Enol, BALLESTEROS *et al.* 2020). Según este estudio, el avance máximo de los glaciares en esta zona de Picos de Europa se produjo entre hace 48.000 y 42.000 años, coincidiendo con las ocupaciones neandertales de Sopeña.

No fue hasta después de hace 42.000 años que estos glaciares empezaron a disminuir su extensión (BALLESTEROS *et al.* 2020), época que coincide con la ocupación de Sopeña por parte de los primeros humanos modernos (nivel XI). Este proceso de cambio a un clima más templado culminó hace entre 37.000 y 33.000 años, para volver a enfriarse el clima en lo que se suele llamar Último Máximo Glacial, hace unos 25.000 años, tras el cual se dató la presencia humana en el nivel III, Gravetiense.

### **3.5 Geomagnetismo**

La Figura 10 muestra las variaciones de susceptibilidad magnética de una sección a través del sondeo de Sopeña. La base de sedimento no alterado es arcilla arenosa y rica en limos, con un valor medio bajo de susceptibilidad magnética (MS) ( $0,24 \times 10^{-6} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ ). La escasa variación observada a lo largo del perfil podría estar causada por variaciones en el aporte sedimentario debido a factores climáticos. Las capas no alteradas están dominadas por magnetita de grano más grueso, con algo de maghemita. Cuando esos depósitos son calentados, se convierten en magnetita de grano fino; se registra entonces un gran incremento en la magnetización y en la señal magnética. En contraste con esto, en los niveles o capas quemadas domina la magnetita de grano ultrafino, y no se altera por calentarla hasta 700° centígrados.

En la secuencia magnética de Sopeña se identifican cuatro niveles con valores incrementados de señal magnética (n. III, V, VII y XIII) que supondrían ocupaciones más intensas, según este método que detecta las alteraciones producidas por el uso del fuego (HERRIES 2009). Sin embargo, una sección a través de diferentes partes de la cueva podría alterar esta imagen, ya que la ocupación puede haber ocurrido en distintas áreas laterales de la cueva en diferentes periodos.

Por lo tanto, la próxima tarea es intentar recrear estos datos de forma multidimensional para crear una imagen tridimensional de las alteraciones antrópicas que podría finalmente usarse para identificar modelos de distribución espacial de la ocupación en todo el yacimiento a partir de datos magnéticos.

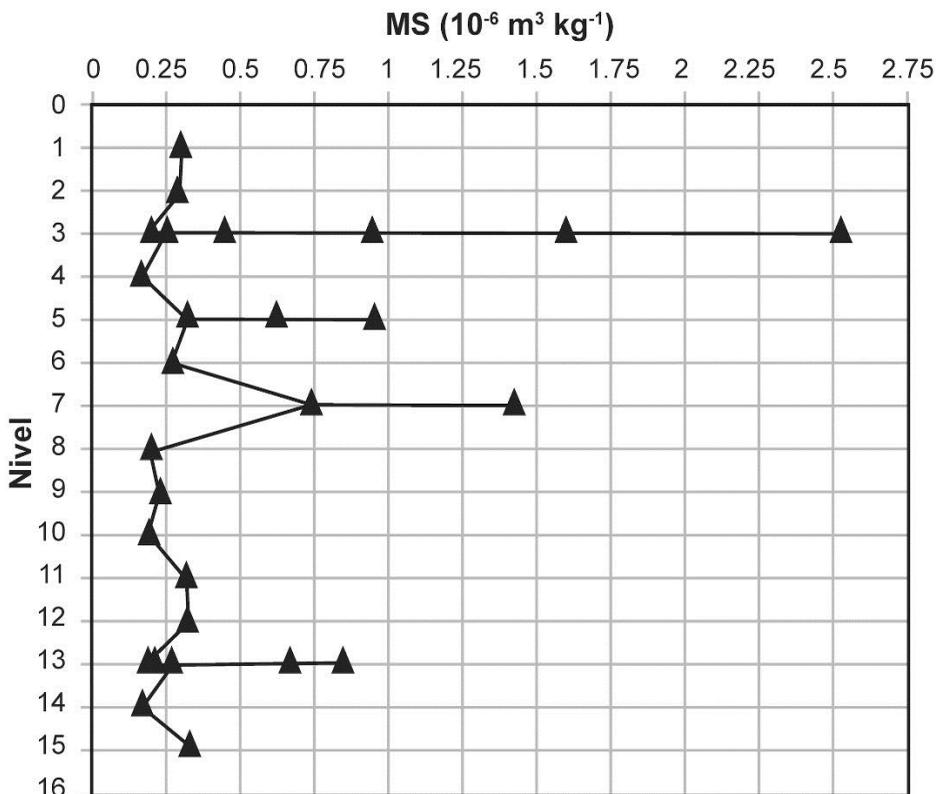


Figura 10. Incrementos en señal magnética (SM) en los niveles más intensamente ocupados de Sopeña (III, V, VII y XIII), causados por la alteración antrópica debida al uso del fuego (según HERRIES 2009).

### 3.6 Antracoanálisis

El terreno fuertemente compartimentado y la discontinuidad de substrato en cortas distancias constituyen los principales rasgos del entorno de este yacimiento (MAYOR y DÍAZ 1977). En la actualidad, los relieves silíceos se encuentran desprovistos de vegetación arbórea, produciendo un fuerte contraste con la ladera calcárea donde se encuentra el abrigo (Figura 11a). En las márgenes fluviales y a media ladera (Figura 11b) la vegetación es bastante densa y especies del bosque caducifolio, como *Quercus robur*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Castanea*, *Acer* e *Ilex aquifolium*, aparecen entremezcladas con matorral caracterizado por *Ulex europaeus*, *Crataegus monogyna* y *Rubus*.

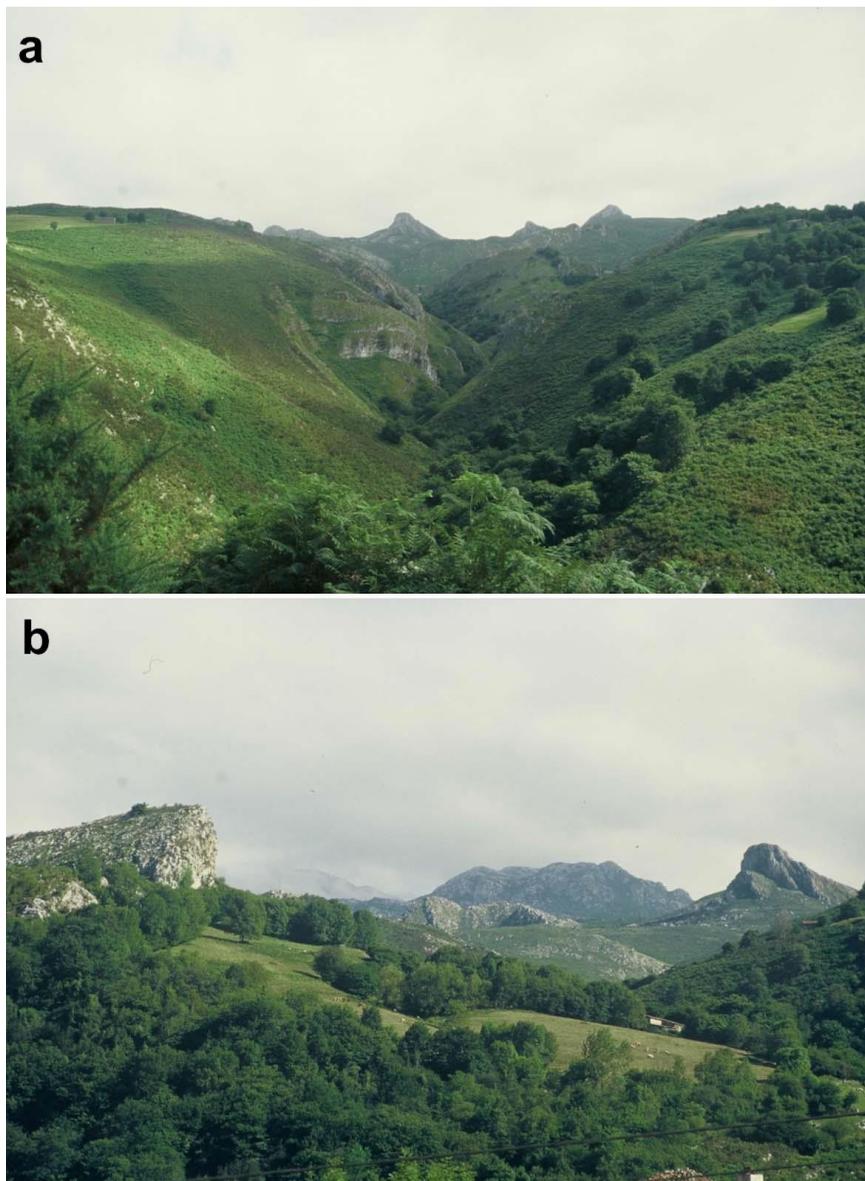


Figura 11: a, Ladera calcárea donde se abre el abrigo de Sopeña (©P. Uzquiano). b, Vegetación de frondosas frente al yacimiento (©P. Uzquiano).

La repartición de maderas carbonizadas a lo largo de la estratigrafía es irregular y escasa en la mayor parte de los niveles, lo que ha impedido establecer una secuencia diacrónica de la vegetación del entorno de la cueva, así como del paisaje vegetal a lo largo de todas las ocupaciones humanas registradas en este yacimiento. Únicamente el nivel III, atribuible al Gravetiense, ha proporcionado muestras suficientes y ha sido objeto de interpretación en el análisis antracológico. En la Tabla 3 aparecen los taxones determinados: *Juniperus* sp. (Enebros), *Pinus sylvestris* (Pino albar), *Betula* sp. (Abedul), *Salix* sp. (Sauces), *Ulex europaeus*, *Ulex* sp. (Escajos o tojos), *Cytisus* sp. (Retamas), *Erica* sp. (Brezos).

El nivel III es el único que ha aportado una información estadísticamente fiable (Figura 12). *Juniperus* parece ser el taxón dominante (56%) alternando en menor medida con escajos, retamas y brezos que en su conjunto suponen un 26%. El pino, *Pinus sylvestris*, se halla ausente en este nivel pero algunas evidencias esporádicas han quedado registradas junto a *Betula*, *Salix* y *Fabaceae* en los niveles XII y X (ver Tabla 3).

Tecnoculturas	GRAVETIENSE								PSI (EUP)				MUSTERIENSE			
	I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Taxones y presencia	nº	nº	nº	%	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº
<i>Juniperus</i> sp.			58	53,71		2	1	4								4
<i>Pinus sylvestris</i>								1			1		2			3
<i>Betula</i> sp.						7			1		9	1	1	3		
<i>Salix</i> sp.						3								1		
<i>Ulex europaeus</i>			4	3,71												
<i>Ulex</i> sp.			7	6,48	1											
<i>Cytisus</i> sp.			9	8,33												
Fabaceae		2	7	6,48		1			1	1	2		1			2
<i>Erica</i> sp.			1	0,92												
Indeterminables			22	20,37		2					2				1	1
<b>Total Carbones</b>		<b>2</b>	<b>108</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
Restos Óseos Carbonizados	3	20	7			10	2	7	12	9	4	1	9	10		18

Tabla 3. Resultados antracológicos obtenidos en el sondeo del abrigo de Sopeña

**Abrigo de Sopeña (Asturias oriental): resultados antracológicos**  
(circa 24 Ka. BP)

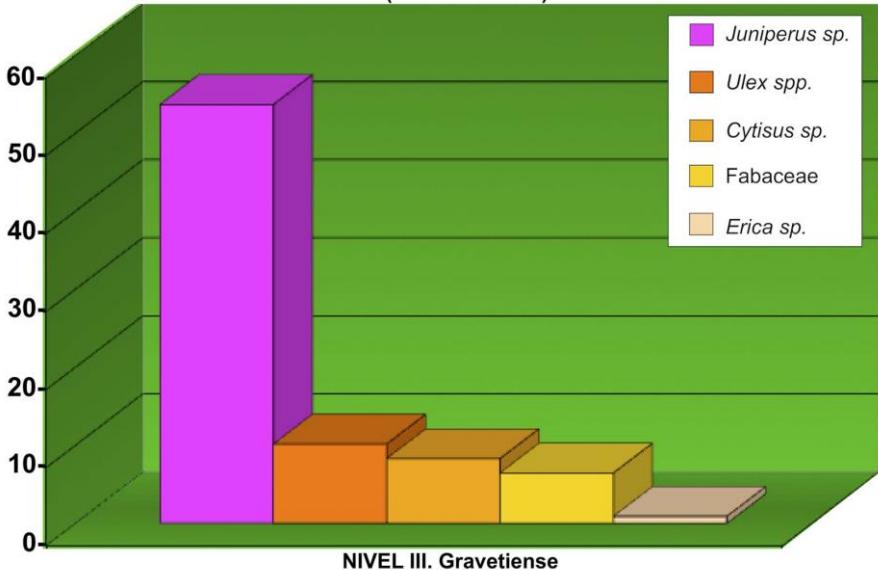


Figura 12. Resultados del análisis antracológico del nivel III de Sopeña. Taxones identificados y sus porcentajes.

Atendiendo a las cualidades como combustibles de ignición de estos tres últimos taxones podríamos avanzar que los fuegos realizados en el nivel III, datado en torno a 24 Ka. BP, funcionaron con matorral de landa para iniciar los procesos de combustión siendo a continuación mantenidos con madera de enebros principalmente. Este tipo de funcionamiento de los fuegos: matorral de landa (ignición) y madera de enebros (combustible principal), ha quedado documentado a partir del análisis antracológico en otros yacimientos cantábricos del Pleistoceno superior tanto en Asturias (Las Caldas, El Cierro, Cova Rosa, Tito Bustillo, Coímbre) como en Cantabria (Altamira, El Linar, Cualventi, Las Aguas, La Pila), cuyas cronologías son algo más recientes comprendidas, *grosso modo*, entre 18-11.5 Ka. uncal BP (OIS 2) (UZQUIANO 2012, 2014, 2019).

Desde un punto de vista paleoecológico, el paisaje vegetal que parece deducirse de estos resultados para el nivel III sería el de un medio abierto caracterizado por enebros, sin duda, ubicados en las pendientes calcáreas del entorno del yacimiento y por matorrales de landa ubicados en aquellas zonas de substrato silíceo más húmedas repartidas dentro del área de captación de recursos de este abrigo.

Los substratos silíceos alrededor del yacimiento (ver Figura 2 y Figura 11a) constituirían una de las fuentes de aprovisionamiento de leña importantes en concreto para las especies de landa (escajos, retamas y brezos) teniendo en cuenta la afinidad ecológica de todas ellas, puesto que son características de este tipo de substratos muy acidificados que favorecen la

instalación de esta formación. Esta particularidad nos indica un claro factor de humedad edáfica importante que afectaría al estado de desarrollo de estos suelos (UZQUIANO 2019). La otra fuente de aprovisionamiento serían los afloramientos y relieves calcáreos en torno del yacimiento de donde se abastecerían fundamentalmente de madera de enebros.

Los resultados del nivel III de Sopeña cobran especial relevancia ya que no solamente retrotraen en el tiempo este tipo de paisajes abiertos y de aprovechamiento de leña que acabamos de mencionar más arriba, sino que aportan una información florística para el período comprendido entre el final del OIS 3 e inicios del OIS 2 del cual no se tenía hasta ahora ningún dato a nivel antracológico.

Desde una perspectiva diacrónica, los estudios antracológicos de la zona Cantábrica muestran diferencias sustanciales entre la flora leñosa del MIS 3 caracterizada por especies arbóreas y colonizadoras de suelos libres de hielo, y donde los arbustos de landa, aunque presentes, no son particularmente abundantes (UZQUIANO 2008), y la correspondiente al OIS 2 (18-11.5 Ka uncal BP), cuyas características ya hemos mencionado. La instalación de estos medios abiertos parece producirse en torno a 25 Ka BP y, en este sentido, los datos aportados por la antracología del nivel III de Sopeña serían concordantes con el inicio del OIS 2 o al menos la información más antigua de que disponemos por el momento para dicho período (ver también Figura 9). Medios abiertos que condicionan unas estrategias de aprovisionamiento de leña destinadas a abastecer hogares domésticos multifuncionales a lo largo de ocupaciones humanas de marcado carácter estacional y corta duración, y que parecen perdurar en el tiempo al menos durante el Estadial Greenland 2 (GS2) (UZQUIANO 2019).

Sin embargo, el estudio antracológico de toda la secuencia documentada en el abrigo de Sopeña está aún por hacer ya que, aunque se han muestreado los niveles I al XV, que comprenden tanto niveles musterienses como de Paleolítico Superior Inicial y gravetienses, faltan aún por muestrear los niveles inferiores XVI y XVII, y los que pudiera haber por debajo de ellos, lo cual sería deseable para comprender la evolución diacrónica tanto de la vegetación leñosa como de su aprovechamiento a lo largo de los distintos estadios culturales evidenciados en este yacimiento.

### **3.7 *Análisis faunístico***

A lo largo de los niveles del sondeo, los restos faunísticos abundan más que los líticos, en una proporción aproximada de 3:1. Predominan los fragmentos de diáfisis, con escasa presencia de articulaciones o cráneos y dientes, que permitirían una fácil identificación de las especies presentes, su edad y otros datos. Un estudio preliminar de los niveles superiores permitió identificar los taxones que se listan en la Tabla 4. El espectro faunístico es el habitual para los yacimientos paleolíticos de la región en estas cronologías. Destacamos la ausencia de úrsidos en todos los niveles.

CLASE MAMMALIA		CLASE AMPHIBIA
Orden CHIROPTERA	Orden ARTIODACTYLA	Orden ANUROS
Quiróptero indeterminado	<b>Familia Bovidae</b>	<b>Familia Ranidae</b>
Orden SORICOMORPHA	<i>Bos primigenius</i>	<i>Rana</i> sp
<b>Familia Soricidae</b>	<i>Rupicapra rupicapra</i>	
<i>Crocidura russula</i>	Caprino de talla grande, indet.	<b>CLASE REPTILIA</b>
<i>Neomys fodiens</i>	<b>Familia Cervidae</b>	Orden SQUAMATA
<i>Sorex minutus</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<b>Familia Lacertidae</b>
<i>Sorex araneus</i>	<i>Megaloceros</i> sp.	Lacértido indeterminado
<b>Familia Talpidae</b>	<i>Capreolus capreolus</i>	<b>Familia Serpentinae</b>
<i>Talpa europea</i>	Orden PERISSODACTYLA	Ofidio indeterminado
<i>Galemys pyrenaicus</i>	<b>Familia Rhinocerotidae</b>	
Orden RODENTIA	Rhinocerotidae indeterminado	<b>CLASE AVES</b>
<b>Familia Cricetidae</b>	<b>Familia Equidae</b>	Ave indeterminada
<i>Microtus arvalis</i>	<i>Equus</i> sp.	
<i>Microtus oeconomus</i>	Orden CARNIVORA	
<i>Microtus gregalis</i>	<b>Familia Mustelidae</b>	
<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Meles meles</i>	
<i>Arvicola sapidus</i>	<i>Mustela nivalis</i>	
<i>Terricola lusitanicus</i>	<b>Familia Viverridae</b>	
<b>Familia Muridae</b>	Vivérido indeterminado	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	<b>Familia Canidae</b>	
<b>Familia Gliridae</b>	<i>Canis lupus</i>	
<i>Eliomys quercinus</i>	<b>Familia Felidae</b>	
<b>Familia Sciuridae</b>	<i>Panthera pardus</i>	
<i>Sciurus vulgaris</i>	<b>Familia Hyaenidae</b>	
	Hiénido indeterminado	

Tabla 4. Faunas identificadas en los materiales del sondeo en Sopeña. Otras faunas documentadas en Sopeña incluyen los moluscos marinos que aparecen como ornamentos, así como otros de la familia de las ostras; peces indeterminados y cangrejos grandes, todo ello en niveles gravetienses.

Del estudio tafonómico de los microvertebrados (micromamíferos y también anfibios y aves) se desprende que las acumulaciones de restos de estos animales son independientes de la actividad humana, con toda probabilidad como resultado de la acción de predadores,

como señala la abundante presencia de restos con señales de digestión (según P. Andrews en PINTO-LLONA *et al.* 2012). Los pequeños vertebrados constituyen una fuente independiente de evidencia sobre los procesos de acumulación de huesos y sedimentos en la cueva y del paleoambiente en la época. Su estudio todavía debe ser abordado en detalle.

En la mayoría de los niveles predominan los artiodáctilos, en el caso de los grandes mamíferos y los roedores arvicólidos en el de los pequeños. Las excepciones son el nivel VII, en el que los équidos son el taxón más abundante entre los grandes mamíferos, y el nivel XIII, en el que los pequeños sorícidos y los múridos superan en número a los arvicólidos. Los carnívoros se encontraron principalmente en los niveles superiores.

La presencia de los diversos taxones de macromamíferos en los niveles superiores del sondeo se ofrece en la Tabla 5 (según K. Reed en PINTO-LLONA *et al.* 2009).

Taxón	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Bos primigenius/Bison</i> (Uro o bisonte)	X	X	X					
<i>Capra sp.</i> (cabra montesa)	X	X	X			X		X
<i>Rupicapra rupicapra</i> (sarrío)	X	X	X		X	X	X	X
<i>Cervus elaphus</i> (ciervo)	X	X	X		X		X	X
<i>Megaloceros giganteus</i>		X						X
<i>Capreolus capreolus</i> (corzo)	X							
Artiodáctilo indeterminado				X	X	X		X
Rhinocerotidae (rinoceronte)	X							
<i>Equus sp.</i> (caballo)			X			X		
Perisodáctilo indeterminado							X	
<i>Canis lupus</i> (lobo)			X				X	
Viverridae (ginetas)	X							
Mustelidae (mustélidos)		X	X					
Grandes felinos		X	X					
Carnívoro indeterminado								X
<i>Crocuta</i> (hiena)			X					
Aves		X	X					
Peces			X					

Tabla 5. Macromamíferos y su presencia en algunos niveles de Sopeña.

### 3.8 Comportamiento simbólico

Sopeña estaba ya descrita en la Carta Arqueológica existente en el momento de la realización de nuestro trabajo para ampliarla, realizada por MARTÍNEZ-VILLA (1989), que

documentó la presencia de un grabado piqueteado y coloreado con ocre de un antropomorfo itifálico cruciforme post-paleolítico a la entrada (Figura 13a).

A la entrada de Sopeña, sobre la roca donde se halla ese itifálico, se observan unos grabados lineares que parecen de gran antigüedad, a juzgar por la pátina que los cubre (Figura 13b) y que recuerdan a los que se encuentran en la cueva de El Sidrón (FORTEA 2011) por la presencia de líneas horizontales sobre otras perpendiculares/oblicuas a ellas, y en la configuración general de la imagen. A propósito de las líneas grabadas de El Sidrón, el Dr. Fortea (EPD) nos informa de que el soporte es arenisca terciaria, más alterada y descascarillada de lo que estaría si fuera caliza carbonífera como son casi todas las cuevas asturianas, incluyendo Sopeña: *“Los grabados tienen una anchura de 2 a 4 mm. Y su sección no es en V, sino en U... Entre los grabados existe uno en el techo, entre los puntos 7,5 y 8 m, con forma romboidal y que recordaría signos grabados en los artes mueble y también rupestre. No obstante, hacen pensar en la intervención del oso el carácter sub-vertical, con desviaciones oblicuas, de algunos grabados y su cruce, creando vagos esquemas reticulares.”* (FORTEA 2011). Aunque ninguna hipótesis es descartable, en nuestra opinión es mucho más probable que, tanto en el caso de Sopeña como en el de El Sidrón, estos grabados sean obra del ser humano que de la actividad de osos. Por un lado, porque los úrsidos están ausentes en el abundante registro faunístico de Sopeña; por otro, porque las marcas producidas por estos animales en las paredes de las cuevas suelen constar de cuatro marcas paralelas subverticales, o en ocasiones cinco, siendo una de ellas más corta, la que correspondería al primer dedo (DIEDRICH 2011). Estas marcas o *griffades* son comunes en cuevas con ocupación de osos cavernarios, y fueron descritas en numerosos yacimientos de toda Europa (RABEDER *et al.* 2000). Las marcas observadas en Sopeña no siguen ese patrón de surcos en paralelo, y tampoco parecen seguirlo las documentadas por Fortea en El Sidrón, a juzgar por las imágenes publicadas.

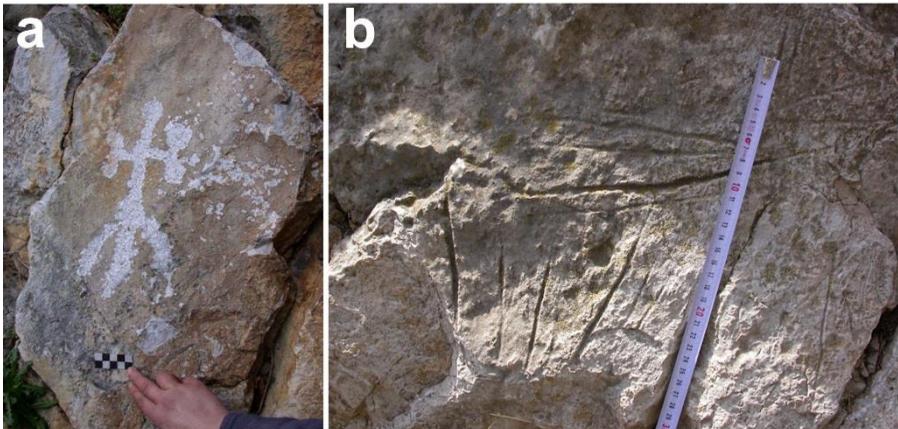


Figura 13. a, Petroglifo piqueteado y posiblemente coloreado de un antropomorfo itifálico cruciforme post-paleolítico a la entrada de Sopeña. b, Grabados lineares sobre el anterior: líneas sub-horizontales sobre trazos oblicuos.

Se ha debatido mucho recientemente sobre la posibilidad del comportamiento simbólico neandertal, representado por la interpretación de escasas evidencias dispersas en varios puntos de Europa. La posible existencia de un arte rupestre neandertal se basa en nuevas dataciones sobre coladas estalagmíticas en cuevas de Cantabria, realizadas con métodos que siguen siendo cuestionados por muchos, y sugieren que parte del arte en ellas es de cronología Musteriense (HOFFMAN *et al.* 2018). En todo caso, parece probado que el ocre aparece en muchas instancias antiguas relacionadas con la presencia de homínidos, y en Sopeña hemos recuperado en el n. XIII Musteriense varios fragmentos de ocre rojo (PINTO-LLONA *et al.* en preparación), siendo su presencia más notable en los niveles gravetienses.

#### **4 Adecuación y protección del yacimiento, financiación y obstáculos**

Todo señala la relevancia de Sopeña en el panorama de los estudios de la Prehistoria de la cornisa cantábrica, en especial en el tema de la transición de neandertales a cromañones, y también por la abundante presencia del Gravetiense que no es muy bien conocido regionalmente. La estratigrafía de Sopeña resalta debido a su potencia, cronología, horizontalidad y superposición de los horizontes arqueológicos; y bien podría llegar a ser un marco de referencia útil para otros horizontes arqueológicos en yacimientos cercanos. Hemos intentado protegerlo, aplicar los métodos de excavación y análisis más actualizados e implicar en su estudio a los mejores investigadores. Nuevas investigaciones en curso, que esperamos verán la luz pronto, profundizan en nuestro conocimiento de este yacimiento.

En cuanto a la protección, la tarea no ha sido fácil, en parte por la propia dificultad del acceso al yacimiento; creemos de interés relatar aquí nuestros esfuerzos y algunos obstáculos que hemos encontrado. Desde el inicio de los trabajos en este yacimiento, se ha recordado a la Consejería de Patrimonio del Principado de Asturias la necesidad de construir una verdadera protección y completo cerrado de este yacimiento. Desde entonces, los accesos han mejorado, aunque el último tramo hasta el mismo sigue siendo bastante duro. Por nuestra parte, hemos protegido las zonas en excavación y el sondeo de diversos modos, y hasta ahora esas protecciones parecen haber resultado; pero el yacimiento en sí sufre y ha sufrido anualmente de episodios de destrucción inaceptables, sobre todo por el acceso de cabras domésticas. Con financiación personal instalamos en 2005 un cierre de barrotes de suelo a techo en la entrada el abrigo, y cerramos todos las pequeñas oquedades que daban acceso con muretes de cemento y piedras. Tuvimos la esperanza de que sirviera para detener el acceso incontrolado de cabras al yacimiento, y quedó pendiente la construcción de un cierre más digno para el futuro, en que había proyectos de mejorar el acceso. Al terminar cada campaña, todas las superficies quedaron protegidas con materiales nuevos incluyendo varias capas de geotextil y lámina plástica industrial, afianzados con tablonos y bloques de hormigón. Cada vez, al año siguiente encontramos que varios barrotes habían sido arrancados y cortados intencionalmente para permitir la entrada a las cabras. Cada año, gran parte de la campaña se tuvo que dedicar a limpiar los excrementos y orines del yacimiento, previo al comienzo de la excavación. Pronto, además de geotextil añadimos tres capas de material de PVC grueso aislantes. Con financiación personal una vez más, el conjunto se cubrió con una plataforma de madera de castaño de 5 cm de grosor, a más de

50 cm del suelo, construida con técnicas tradicionales por un artesano fabricante de hórreos; el yacimiento quedó limpio y dignificado, con un suelo que permitía acceso y trabajo a todas las áreas en excavación sin pisar los depósitos, equilibrar la estación total en cualquier punto, y también planear visitas de escolares, especialistas u otros, con comodidad y seguridad. Además, reparamos, en la medida de lo posible, los daños del ya muy decaído cierre de barrotes. Con autorización de Patrimonio y siguiendo sus indicaciones, se colocó un cartel informando sobre el yacimiento y sobre las multas que conlleva la destrucción de Patrimonio. Todos los materiales necesarios para estos trabajos fueron subidos a hombro por los voluntarios e investigadores de Sopeña.

Al año siguiente encontramos sobre este suelo una auténtica piscina de orines y excrementos. La nueva plataforma sucia y podrida, los suelos retorcidos y estropeados impidiendo posicionar la estación total con flexibilidad. Generadores para la electricidad, mesas plegables, la cuadrícula aérea de acero, todo robado o destruido. Pasamos la campaña completa en el yacimiento limpiando estiércol.

En 2015 retomamos la excavación, por iniciativa de participantes en el equipo y la intención de enfrentarnos a lo que encontramos; que fueron nuevamente barrotes cortados o arrancados y desaparecidos, el suelo de madera un charco de orines y excrementos. Dedicamos la mayoría de la campaña una vez más a limpiar el yacimiento. Pocos meses después, National Geographic deseaba filmar un documental sobre Sopeña, cuyas excavaciones han contribuido a financiar. Con el equipo de National Geographic subimos al yacimiento solo para encontrar no un yacimiento arqueológico prehistórico, sino una vez más una estropeada, sucia y maloliente cuadra de cabras, deforme y llena de basura maloliente.

Pese a las infraestructuras destrozadas una y otra vez, las protecciones de las superficies arqueológicas parecen haber resistido bien y haber funcionado siempre y, una vez retiradas las protecciones, no se observaron daños en las zonas de excavación, aparte de los imponderables de la contaminación biogénica. A día de hoy, el cierre, limpieza y adecuación dignos del yacimiento de Sopeña siguen siendo un imperativo pendiente, y su destrucción progresiva parece inevitable a menos que algo cambie.

## **5 Conclusiones y futuras direcciones**

Sopeña no se caracteriza por los hallazgos espectaculares que abren portadas, sino por muchos hallazgos modestos; eso sí en una posición estratigráfica clara y que se están excavando con mucha precisión. Hasta el momento, hemos avanzado en el estudio los materiales recuperados en el sondeo inicial: sedimentología, cronología, industria lítica, fauna, microfauna y flora, y este estudio pone de manifiesto la relevancia de este yacimiento en cuestiones de plena actualidad, como es la de las fechas de la extinción local de los neandertales y la primera llegada de seres humanos como nosotros; si ambos coincidieron en el tiempo o si por el contrario unos ya habían desaparecido localmente cuando llegaron los otros. También en cuanto al Gravetiense, que en Sopeña muestra una secuencia larga y en algunos niveles rica en materiales.

Los restos de las industrias líticas ofrecen poco más que pequeñas esquilas, resto de la talla de útiles que no se encuentran allí, y los útiles completos tipológicamente identificables son escasos. A grandes rasgos hemos podido diferenciar tres grandes conjuntos que se corresponden con un Paleolítico medio (niveles XVII a XII), un Paleolítico superior inicial (niveles XI a VIII), y un Gravetiense desde el nivel VII hasta la superficie. La pandemia COVID-19 ha interrumpido la realización de análisis más exhaustivos de los materiales líticos, nivel por nivel, que están en curso en colaboración con varios investigadores, tanto de la industria del sondeo como de la recuperada en las excavaciones en extensión y de sus materias primas; estudios que esperamos se puedan retomar pronto.

El análisis de las bases de subsistencia se complica por el elevado grado de fragmentación de los restos óseos recuperados. Las especies identificadas en los diversos niveles son las que se esperan en la zona para esas cronologías. Actualmente estamos aplicando a algunos restos de la fauna de Sopeña la técnica ZooMS, abreviatura de *Zooarchaeology by Mass Spectrometry* (BUCKLEY 2017), que analiza la huella peptídica del colágeno óseo de las distintas especies, permitiendo su identificación taxonómica, y que se realiza en el Instituto de Xeoloxía de la Universidade da Coruña.

El estudio micromorfológico indica que Sopeña contiene sedimento procedente de orígenes diversos: sedimentos finos probablemente traídos por el aire o arrastrados por agua; fragmentos de roca caídos del techo de la cueva y materiales traídos por seres humanos y otros animales que habitaron la cueva. Los humanos contribuyeron de forma significativa a la formación de todos los niveles, produciendo en algunos, cantidades relativamente grandes de huesos quemados.

Mediante el análisis de geomagnetismo, realizado en todos los niveles del sondeo, se identificaron varios niveles fuertemente alterados por la acción humana mediante el fuego, en concreto de numerosos hogares *in situ* (niveles III, V, VII y XIII), cuya existencia se había atisbado por el análisis de la microestratigrafía sedimentaria. Concretamente en el nivel XIII se detectaron estructuras de combustión *in situ* con carbones y huesos quemados y mucha ceniza, sugiriendo un origen antrópico.

El análisis microsedimentario detectó además procesos de criogenia que afectan a muchos niveles del yacimiento, señalando el intenso frío en momentos posteriores a su formación. El análisis de los carbones de Sopeña, concretamente del nivel III (el único que arrojó valores significativos), muestra un dominio de *Juniperus*, alternando con escajos, retamas y brezos, que reflejan una presencia de bosque característica de los momentos cálidos en esta zona geográfica y que sugiere que los métodos de preparación de hogares en el Gravetiense de Sopeña eran los mismos que se siguieron empleando miles de años después.

Hemos intentado poner en relación las fechas obtenidas para Sopeña con las curvas climáticas más recientes, tanto las provenientes de los sondeos marinos profundos como de otros basados en registros terrestres de la región cantábrica, para intentar entender el clima de cada nivel.

Sopeña está aportando ya datos nuevos por completo a nuestro conocimiento de la Prehistoria cantábrica y contribuyendo a tener una visión más precisa de otros como es la

desaparición de los neandertales y su sustitución local por los cromañones. Confiamos que los estudios en curso y futuras excavaciones en este yacimiento van a aportar resultados muy valiosos.

## 6 Agradecimientos y financiación

Deseamos agradecer en primer lugar al entonces Alcalde-Presidente del Concejo de Onís, D. José Antonio González Gutiérrez, que promovió la contratación como Arqueóloga del Concejo de una de las autoras (ACPLL), así como a la Consejería de Igualdad y Asuntos Sociales, y a la Consejería de Patrimonio, ambas del Principado de Asturias; la primera financió dicho contrato y la segunda autorizó las intervenciones que de él se derivaron. Tenemos que agradecer a muchos onienses su inestimable ayuda. Entre ellos los hermanos Álvarez del Camping Picos de Europa, en tantos aspectos; Luis Sánchez Fernández “El Zapatero” que fue nuestra guía; Asunción del Cueto, trabajadora incansable; varios jóvenes como Alex y Ainhoa Fernández Huerta, Laura y Francisco Alonso Rojo, Cristina Cayarga Tanda y otros que dedicaron muchas horas al trabajo de laboratorio de los primeros tiempos, nuestro agradecimiento por su excelente trabajo. Jesús Fernández Niembro y Ana Huerta del Cueto, siempre a mano; José Barrigon (EPD) compañero entusiasta y artista apasionado; Gerardo Niembro, veterinario y quesero que nos guio en cuevas donde se madura el magnífico queso Gamonedo que se produce en la comarca; Marcos Pascual Aspron, que entre otras cosas subió a hombro su equipo de soldadura, y reparó los barros; a todos los habitantes de Gamonéu de Onís, así como tantos otros onienses que ofrecieron su ayuda, amistad, apoyo solidario y afecto de muchas maneras. A todos los voluntarios que participaron en las campañas de excavación, de varias Universidades españolas y extranjeras, por su compromiso con el proyecto y el trabajo tan duro y tan bien hecho que hicieron; a todos los colaboradores científicos que participaron en la investigación desinteresadamente. Las excavaciones e investigación en Sopeña han sido posibles a través de estos años gracias a la financiación de la Secretaría de Estado de Educación (MECD)/ European Social Fund, National Geographic Society (CRE)(EE.UU.), The Wenner Gren Foundation (EE.UU.), Human Origins Institute y Department of Anthropology (ambos en Arizona State University, EE.UU.), Wings World Quest Foundation (Nueva York, EE.UU.), Williams College McMaster Nuclear Reactor, NSF Equipent Grant ILLI 9151111 to A. R. Skinner (Massachusetts, EE.UU.); RFK Science Research Institute para las fechas ESR. Otras dataciones Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, HAR22013-48784-C3-2-P y HAR2016-76760-C3-3-P concedidas a J. Maroto y el Programa Ramón y Cajal CSIC otorgado a A.C. Pinto-Llona.

## 7 Referencias

BADAL, E.; CARRIÓN, Y.; RIVERA, D.; UZQUIANO, P. (2003): La Arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo. *La recogida de muestras en Arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas* (R. Buxó, R. Piqué, eds.), Primer encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica G.T.A.P.I., Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona: 19-29.

- BALLESTEROS, D.; ÁLVAREZ-VENA, A.; MONOD-DEL DAGO, M.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, L.; SANJURJO-SÁNCHEZ, J.; ÁLVAREZ-LAO, D.; PÉREZ-MEJÍAS, C.; VALENZUELA, P.; DEFELIPE, I.; LAPLANA, C.; CHENG, H.; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M. (2020): Paleoenvironmental evolution of Picos de Europa (Spain) during marine isotopic stages 5c to 3 combining glacial reconstruction, cave sedimentology and paleontological findings. *Quaternary Science Reviews*, 248: 1-17.
- BELLOMO, R.V. (1994): A methodological approach for identifying archaeological evidence of fire resulting from human activities. *Journal of Archaeological Science*, 20: 525-555.
- BORDES, F. (1988): *Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen*. Ed. Presses du CNRS: 120 pgs.
- BRONK RAMSEY, C. B. (2001): Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 43 (2A): 355-363.
- BRONK RAMSEY, C. B. (2009a): Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51: 337-360.
- BRONK RAMSEY, C. B. (2009b): Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. *Radiocarbon*, 51: 1023-1045.
- BUCKLEY, M. (2017): Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS): collagen fingerprinting for the species identification of archaeological bone fragments. *Zooarchaeology in Practice. Case Studies in Methodology and Interpretation in Archaeofaunal Analysis* (C.M. Giovas, M.J. LeFebvre, eds.), Springer International Publishing, Berlin: 227-247.
- CLARK, G. A.; YOUNG, D.; STRAUS, L. G.; JEWETT, R. (1986): Multivariate Analysis of La Riera Industries and Fauna. *La Riera Cave: Stone Age Hunter-Gatherer Adaptations in Northern Spain* (L.G. Straus, G.A. Clark, eds.), Arizona State University, Anthropological Research Paper, 36, Tempe: 325-350.
- DANSGAARD, W.; JOHNSEN, S. J.; CLAUSEN, H.B.; DAHL-JENSEN, D.; GUNDESTRUP, N. S.; HAMMER, C. U.; HVIDBERG, C. S.; STEFFENSEN, J. P.; SVEINBJÖRNSDOTTIR, A. E.; JOUZEL, J.; BOND, G. (1993): Evidence for general instability of past climate from 250Kyr Ice core record. *Nature*, 364: 218-220.
- DAWKINS, W. B. (1866-1929): *British Pleistocene Mammalia*. 6 vols. The Palaeontographical Society, London.
- DEBÉNATH, A.; DIBBLE H. L. 1994: *Handbook of Paleolithic typology, Volume One: Lower and Middle Paleolithic of Europe*. Ed. University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- DIEDRICH, C. G. (2011): An Overview of the Ichnological and Ethological Studies in the Cave Bear Den in Ursilor Cave (Western Carpathians, Romania). *Ichnos*, 18: 9-26.
- EIROA, J. J.; BACHILLER GIL, J. A.; CASTRO PÉREZ, L.; LOMBA MAURANDI, J. (1999): Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria. Ariel Historia, Editorial Ariel S.A., Barcelona: 393 pgs.

- FLETCHER, W. J.; SÁNCHEZ-GOÑI, M. F.; ALLEN, J. R. M.; CHEDDADI, R.; COMBORIEU-NEBOUT, N.; HUNTLEY, B.; LAWSON, I.; LONDEIX, L.; MAGRI, D.; MARGARI, V.; MÜLLER, U. C.; NAUGHTON, F.; NOVENKO, E.; ROUCOUX, K.; TZEDAKIS, P. C. (2010): Millennial-scale variability during the last glacial in vegetation records from Europe. *Quaternary Science Reviews*, 29 (21-22): 2839-2864.
- FORTEA, J. (2011): La Galería de las Pinturas. *La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Investigación interdisciplinar de un grupo neandertal* (M. de la Rasilla Vives, A. Rosas González, J.C. Cañaveras Jiménez, C. Lalueza-Fox, eds.), Excavaciones Arqueológicas en Asturias, Monografías 1, Gobierno del Principado de Asturias, Oviedo: 187-191.
- GONSÀLBEZ i NOGUERA, J. (1987): *Insectívors i rosegadors de Catalunya: metodologia d'estudi i catàleg faunístic*. Institució catalana d'història natural (Institut d'estudis catalans), Memòria núm. 13, Ketres Editora, Barcelona.
- GONZÁLEZ SAMPÉRIZ, P.; LEROY, S. A. G.; CARRIÓN, J. S.; FERNÁNDEZ, S.; GARCÍA, M.; GIL, M. J.; UZQUIANO, P.; VALERO, B.; FIGUEIRAL, I. (2010): Steppes, savannahs, forests and phytodiversity reservoirs during the Pleistocene in the Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162: 427-457.
- HERRIES, A. (2009): New approaches for integrating palaeomagnetic and mineral magnetic methods to answer archaeological and geological questions on Stone Age sites. *Terra Australis*, 1 (16): 235-253.
- HILLSON, S. (1992): *Mammal bones and teeth: an introductory guide to methods of identification*. Ed. Institute of Archaeology, University College of London, London.
- HOFFMAN, D.L.; STANDISH, C. D.; GARCÍA-DÍEZ, M.; BETTITT, P. B.; MILTON, J. A.; ZILHAO, J.; ALCOLEA-GONZÁLEZ, J. J.; CANTALEJO-DUARTE, P.; COLLADO, H.; BALBÍN, R. DE; LORBLANCHET, M.; RAMOS-MUÑOZ, J.; WENIGER, G. C.; PIKE, A.W.G. (2018): U-Th dating of carbonate crusts reveals neandertal origin of Iberian cave art. *Science*, 359: 912-915.
- LAVOCAT, R. (1966): *Atlas de Préhistoire Tome III: Faunes et Flores Préhistoriques de l'Europe Occidentale*. Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Ed. N. Boubée et Cie, Paris: 489 pgs.
- MAROTO, J.; VAQUERO, M.; ARRIZABALAGA, A.; BAENA, J.; BAQUEDANO, E.; JORDÁ, J.; JULIÀ, R.; MONTES, R.; VAN DER PLITCH, J.; RASINES, P.; WOOD, R. (2012): Current issues in late Middle Palaeolithic chronology: New assessments from northern Iberia. *Quaternary International* 247: 15-25.
- MARTÍNEZ-VILLA, A. (1989): *Carta Arqueológica del Concejo de Onís*. Gobierno del Principado de Asturias, Oviedo.
- MAYOR, M.; DÍAZ, T. E. (1977): *La flora asturiana*. Col. Popular Asturiana, Ed. Ayalga, Oviedo.
- MERINO-TOMÉ, O.A. (2004): Estratigrafía, sedimentología y evolución tectono-sedimentaria de las sucesiones estefanienses en la Región de Picos de Europa. Universidad de

Salamanca, Salamanca (disponible en <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/geodezona.aspx?id=Z1000>).

- NAUGHTON, F.; SÁNCHEZ-GOÑI, M. F.; DESPRAT, S.; TURON, J. L.; DUPRAT, J.; MALAIZÉ, B.; JOLI, C.; CORTIJO, E.; DRAGO, T.; FREITAS, M. C. (2007): Present day and past (last 25000 years) marine pollen signal off western Iberia. *Marine Micropaleontology*, 62: 91-114.
- PALES, L.; LAMBERT, C. (1971): *Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire*. Ed. Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Paris: 178 lames.
- PINTO-LLONA, A. C. (2014): 25.000 years of Palaeolithic occupation at Sopeña (Asturias, Spain). *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: the current archaeological record* (R. Sala, ed.), Fundación Atapuerca, Universidad de Burgos, Burgos: 123-126.
- PINTO-LLONA, A. C. (2018): Sopeña, un ejemplo bien datado de presencia neandertal reciente en el norte de la Península Ibérica. *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 2013-2016*. Gobierno del Principado de Asturias, Oviedo: 39-48.
- PINTO-LLONA, A.; ARACIL, E. (en prensa) Prospección geofísica por tomografía eléctrica en el Abrigo de Sopeña (Asturias, N de España). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*.
- PINTO-LLONA, A. C.; GRANDAL D'ANGLADE, A. (2019): Conflicting <sup>14</sup>C scenarios in the Sopeña cave (northern Iberia): Dating the Middle-Upper Palaeolithic boundary by non-ultrafiltered versus ultrafiltered AMS <sup>14</sup>C. *Quaternary International*, 522: 1-11.
- PINTO-LLONA, A. C., GRANDAL D'ANGLADE, A. (en preparación): Sorting the riddle of the Neanderthal to Cro-magnon boundary in Sopeña (Asturias, Spain): New dates and Bayesian analysis.
- PINTO-LLONA, A. C.; CLARK G.; MILLER, A. (2005): Sopeña, a New Middle and Early Upper Palaeolithic Site in the Northern Iberian Peninsula. *O Paleolítico* (N. Bicho, ed.), Universidade do Algarve, Faro: 407-418.
- PINTO-LLONA, A. C.; CLARK G.; MILLER, A. (2006): Resultados preliminares de los trabajos en curso en el abrigo de Sopeña (Onís, Asturias). *En el centenario de la cueva de El Castillo: el ocaso de los neandertales* (V. Cabrera Valdés, F. Bernaldo de Quirós Guidotti, J.M. Maíllo Fernández, coords.), Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED, Santander: 193-207.
- PINTO-LLONA, A. C.; CLARK, G.; MILLER, A.; REED, K. (2009): Neanderthals and Cro-Magnons in Northern Spain: Ongoing work at the Sopeña Rock-Shelter (Asturias, Spain). *The Mediterranean from 50000 to 25000 BP: Turning points and new directions* (M. Camps, C. Szmidi, ed.), Oxbow Books, Oxford: 313-322.
- PINTO-LLONA, A. C.; CLARK, G.; KARKANAS, P.; BLACKWELL, B.; SKINNER, A.; ANDREWS, P.; REED, K.; MILLER, A.; MACÍAS ROSADO, R.; WAKIPARTA, J. (2012): The Sopeña

- Rockshelter, a new site in Asturias (Spain) bearing evidence on the Middle and Early Upper Palaeolithic in Northern Iberia. *Munibe (Antropología-Arkeología)*, 63: 45-79.
- PINTO-LLONA, A.; ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, E.; MARTINELL, J.; GRANDAL-D'ANGLADE, A.; BAHN, P. (en preparación) El arte mobiliario en Sopeña.
- RABEDER, G.; NAGEL, D.; PACHER, M. (2000): *Der Höhlenbär*. Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart.
- REIMER, P. J.; AUSTIN, W. E. N.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BLACKWELL, P. G.; BRONK RAMSEY, C.; BUTZIN, M.; CHENG, H.; EDWARD, R.L.; FRIEDRICH, M.; GROOTES, P. M.; GULDERSON, T. P.; HAJDAS, I.; HEATON, T. J.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; MANNING, S. W.; MUSCHELER, R.; PALMER, J. G.; PEARSON, C.; VAN DER PLITCH, J.; REIMER, R. W.; RICHARDS, D.A.; SCOTT, E. M.; SOUTHON, J.R.; TURNEY, C. S. M.; WACKER, L.; ADOLVI, F.; BÜNTGEN, ULF; CAPANO, M.; FAHRNI, S.M.; FOGTMANN-SCHULZ, A.; FRIEDRICH, R.; KÖHLER, P.; KUDSK, S; MIYAKE, F.; OLSEN, J.; REINING, F.; SAKAMOTO, M.; SOOKDEO, A.; TALAMO, S. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62 (4): 725-757.
- SÁNCHEZ-GOÑI, M. F. (2006): Interactions végétation-climat au cours des derniers 425000 ans en Europe occidentale. Le message du pollen des archives marines. *Quaternaire*, 17: 3-25.
- SÁNCHEZ-GOÑI, M. F.; HARRISON, S.P. (2010): Millennial-scale climate variability and vegetation changes during the Last Glacial: Concepts and terminology. *Quaternary Science Reviews*, 29: 2823–2827.
- SCHMID, E. (1972): *Atlas of Animal Bones For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York.
- SCHWEINGRUBER, F. (1990): *Anatomie Europäischer Hölzer*. WSL/FNP Haupt, Zücher.
- SVENSSON, A.; ANDERSEN, K.K.; BIGLER, M.; CLAUSEN, H.B.; DAHL-JENSEN, D.; DAVIES, S. M.; JOHNSEN, S. J.; MUSCHELER, R.; PARRENIN, F.; RASMUSSEN, S. O. (2008): A 60,000 year Greenland stratigraphic ice core chronology. *Climate of the Past*, 4: 47-57.
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGESS, N. A.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M.; WEBB, D.A. (1964): *Flora europaea Vol I: Lycopodiaceae to Platanaceae*. Cambridge University Press, Cambridge.
- UZQUIANO, P. (1997): Antracología y métodos: implicaciones en la economía prehistórica, etnoarqueología y paleoecología. *Trabajos de Prehistoria*, 54 (1): 145-154.
- UZQUIANO, P. (2008): Domestic fires and vegetation cover among Neanderthals and anatomically modern human groups (>53-30 Kyr. BP) in the Cantabrian Region (Cantabria, Northern Spain). Charcoal from the Past: Cultural and Palaeoenvironmental Implications (G. Fiorentino, D. Magri, eds.), BAR International Series 1807, Oxford: 273-285.

Veinte años desde el descubrimiento del yacimiento paleolítico de La Cueva Sopeña (Onís, Asturias, España)

- UZQUIANO, P. (2012): Abrigo de Sopeña, Onís, Asturias. Pleistoceno superior (38.000-24.000 años BP). En *Paleoflora y Paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario* (J.S. Carrión, coord.), Ministerio de Economía y Competitividad, Universidad de Murcia, Agencia de Ciencia y Tecnología Región de Murcia, Murcia: 65.
- UZQUIANO, P. (2014): Wood resource exploitation by Cantabrian Late Upper Palaeolithic groups (N Spain) regarding MIS 2 vegetation dynamics. *Quaternary International*, 337: 154-162.
- UZQUIANO, P. (2019): Vegetal landscape and firewood supply strategies in N Spain at the Greenland Stadial 2. *Quaternary International*, 506: 6-13.
- VAKIPARTA, J.; MACÍAS-ROSADO, R.; PINTO-LLONA, A. (en preparación): Volumetric analyses of the materials recovered at the Sopeña Test Excavation and its implications for understanding the function of the site.
- VERNET, J.L.; OGEREAU, P.; FIGUEIRAL, I.; MANCHADO, C.; UZQUIANO, P. (2001): *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule Ibérique, Îles Canaries*. Centre national de la recherche scientifique - CNRS., Paris.

