

## ROCAS SILÍCEAS DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL VALLE MEDIO DEL EBRO

Luis Miguel GARCÍA-SIMÓN<sup>1</sup>  
Juan MANDADO<sup>2</sup>

RESUMEN.— La arqueopetrografía o estudio petrográfico de las materias primas líticas utilizadas en la prehistoria, concretamente el sílex, ha experimentado una notable evolución en la investigación prehistórica. En el presente artículo se analizan sílex procedentes de 46 afloramientos de la margen izquierda del valle medio del Ebro, entre los que se destaca la variedad conocida como *tipo Monegros*.

ABSTRACT.— The petrographic study of lithic raw materials, and more specifically flint, has enjoyed a remarkable development given its importance for prehistoric research. This paper presents the analysis of 46 chert deposits from the left margin of the middle Ebro basin, among them the well-known *Monegros type*.

KEY WORDS.— Flint / chert, prehistory, Monegros, middle Ebro basin (Spain).

### INTRODUCCIÓN

El sílex o *pedernal*, como se le conoce tradicionalmente en España, cuenta en la actualidad con una relevancia más bien tímida en los estudios

---

<sup>1</sup> luisgarciasimon@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 ZARAGOZA. jmandado@unizar.es

petrológicos, hecho que podemos atribuir a dos razones. La primera es el escaso porcentaje de esta roca en comparación con otras litologías presentes en la corteza terrestre, lo que la hace pasar desapercibida o quedar relegada a una presencia testimonial en muchos trabajos científicos. La segunda es su escasa empleabilidad y, por tanto, su mínimo interés económico. En cambio, desde la prehistoria hasta etapas cercanas a la actualidad, el conocimiento de los lugares de afloramiento del sílex y su explotación y trasiego tuvieron su importancia en la organización social y económica de los grupos humanos, debido a su empleo en la fabricación de útiles.

De esta manera, si para las ciencias de la tierra este tipo de roca presenta un interés secundario (a excepción de algunos trabajos especializados), en las ciencias humanas de la antigüedad (especialmente en la prehistoria) el estudio de todo lo concerniente al sílex se revela de extrema importancia, pues esta roca fue esencial para nuestros antepasados debido a sus propiedades mecánicas, sobre todo a su fractura concoidea, que permite la obtención de bordes naturalmente afilados.

Otra razón de la importancia de su estudio es que la presencia de sílex entre los materiales recuperados en un yacimiento prehistórico antiguo suele superar el 50% hasta alcanzar en ocasiones el 100% de las materias primas del registro arqueológico. Este hecho no se debe únicamente a que esta roca fuera ampliamente utilizada, ya que conviviría con otros materiales en semejantes proporciones como madera o hueso. Pero pocos de ellos han sobrevivido al paso del tiempo contribuyendo a aumentar la representación del sílex.

Los trabajos sobre este material y su uso en el pasado se han centrado tradicionalmente en aspectos tipológicos, obviando en gran medida otras cuestiones como la que aquí presentamos: el análisis del sílex como materia prima lítica desde un punto de vista petrológico. Y es que esta roca cuenta con una particularidad únicamente compartida con las conchas de algunos animales marinos y otros restos pétreos: la posibilidad de determinar su lugar geográfico exacto de formación. Este hecho permite, a través de su caracterización y comparación, localizar los lugares de obtención de este material, pudiéndose trazar las rutas de trasiego desde su emplazamiento original hasta las zonas de elaboración, uso y/o abandono de los útiles que en la actualidad conforman los yacimientos arqueológicos.

Esta disciplina, que ha sido bautizada como arqueopetrología, persigue como objetivo general comprender mejor la forma de vida de nuestros más remotos antepasados, recurriendo a las ciencias naturales y de la tierra, concretamente a la petrología para aplicar técnicas de caracterización petrográfica.

El interés por el estudio de los materiales líticos empleados por las sociedades del pasado ha corrido parejo al desarrollo de la ciencia prehistórica, aunque la carencia de las técnicas necesarias —principalmente microscópicas— de los primeros investigadores les obligó a limitarse a una mera descripción de las características *de visu* de los restos arqueológicos. La investigación geológica, por su parte, también puso algo de interés en este tipo de litología, a pesar de tratarse de una roca escasa. No obstante, hubo que esperar a la última década del siglo XIX y primeras del XX para que aparecieran los primeros estudios que analizaban las texturas del cuarzo en determinados tipos de rocas, lo que supuso el establecimiento de las bases petrográficas para el estudio de las silicificaciones.

Solo con la interdisciplinariedad entre la geología y la investigación prehistórica se inició el desarrollo de la arqueopetrología, ya a finales del siglo XX. En este marco comienzan los trabajos especializados de diferentes grupos de investigación, entre los que podemos destacar por su vecindad los desarrollados en Cataluña y el País Vasco desde comienzos del siglo XXI. En Aragón carecemos de una investigación de carácter global, pues contamos con apenas una decena de estudios locales. Destaca en este panorama un artículo pionero en nuestro país, evidencia de la interdisciplinariedad mencionada, firmado en 1992 por el prehistoriador Carlos Mazo y el geólogo José Antonio Cuchí, sobre algunas variedades del territorio aragonés. Desde entonces se han sucedido algunos estudios de yacimientos concretos: cueva del Moro de Olvena (TILO y MANDADO, 1995), Secans (RODANÉS y cols., 1996), los Baños de Ariño (LEORZA, 2004), Cova Alonsé (SÁNCHEZ y MANGADO, 2013), Cabezo de la Cruz (LEORZA, 2013) y Forcas (SÁNCHEZ, 2014).

La zona comprendida entre el Prepirineo aragonés y las sierras monegrinas ha constituido desde los tiempos más remotos de nuestra historia un lugar de convergencia y comunicación de los distintos grupos humanos que habitaban el valle medio del Ebro. Este hecho se puede relacionar, entre otros factores, con la existencia de importantes afloramientos silíceos de

gran calidad, como, por ejemplo, los localizados en los relieves tabulares monegrinos, como la sierra de Alcubierre. Ahondar en el conocimiento de los lugares de afloramiento de las materias primas silíceas nos permite establecer las áreas de captación / explotación de estos recursos y relacionarlas con los lugares de asentamiento de dichas poblaciones, pudiendo estimar de esta forma las rutas que vertebraban este territorio en esas épocas. Para ello es necesario contar con un corpus de muestras y caracterizaciones (litoteca) que facilite su consulta. Inexistente hoy en Aragón, el presente artículo (resumen del trabajo desarrollado mediante una Ayuda de Investigación del Instituto de Estudios Altoaragoneses en 2013) pretende ser el germen de su construcción. Los objetivos planteados en dicho estudio han sido:

- El reconocimiento de afloramientos silíceos entre los Monegros y las sierras prepirenaicas y sus piedemontes, dividiendo estas en dos tramos: Prepirineo oriental, al este del Cinca, y Prepirineo central y occidental, al oeste de este curso.
- La caracterización y definición petrográfica de los materiales muestreados.
- La creación de una litoteca de muestras geológicas silíceas que facilite y permita la comparación con los restos de sílex recuperados durante las excavaciones arqueológicas con el fin de utilizarlos como marcadores de rutas de comunicación de nuestros antepasados prehistóricos.

## METODOLOGÍA

### *Delimitación de la zona de estudio*

El área de estudio alberga parte de dos grandes unidades geológicas: la cordillera pirenaica, al norte, y la depresión central o depresión terciaria del Ebro, al sur. En este contexto era necesario acotar zonas concretas de estudio, puesto que la extensión y los recursos disponibles no nos permitían el estudio completo y global de los afloramientos silíceos de toda la demarcación. Esta selección se llevó a cabo bajo dos parámetros:

- El conocimiento previo de afloramientos de rocas silíceas. A pesar de la escasez de estudios arqueopetroológicos en nuestra comunidad, son

frecuentes las noticias sobre afloramientos de esta litología, tanto en las hojas cartográficas geológicas de la serie Magna (1 : 50 000) como en la literatura arqueológica, además de informaciones transmitidas entre investigadores.

- La importancia subjetiva que hemos dado ambos autores a zonas concretas por su relevancia como eje vertebrador para las comunicaciones inter y supra territoriales. La arqueopetrología pretende mediante el estudio comparativo de los sílex recogidos en afloramientos geológicos y los procedentes de los yacimientos, utilizar estos materiales como trazadores de rutas y vías de comunicación interna dentro de un territorio económico y social determinado y su relación con los vecinos.

De esta manera, se han escogido las tres áreas de estudio (fig. 1, tabla 1):

- Los Monegros son un territorio delimitador por antonomasia. No es casualidad que la cresta de la sierra de Alcubierre establezca la linde entre las provincias aragonesas de Huesca y Zaragoza, si bien municipios de ambas se unen en una misma comarca. Sin presentar grandes alturas, ni una orografía difícil de franquear, los Monegros constituyen un hito geográfico de verdadera importancia a lo largo de toda la historia, pues son la atalaya que domina el valle medio del Ebro: al norte se divisan la hoya de Huesca y el somontano de Barbastro, y como telón de fondo los Pirineos; al sur el discurrir del río Ebro, el Moncayo al oeste y, más al sur, otras alturas del Sistema Ibérico.

Esta disposición hace de los Monegros un enclave de paso para las comunicaciones entre la costa norte mediterránea y el norte y centro peninsular aún en la actualidad, con el discurrir a sus pies de la carretera nacional II. A este hecho se suma el conocimiento desde tiempo inmemorial de la existencia de numerosos afloramientos silíceos, algunos de ellos de excepcional aptitud para la talla de herramientas líticas. El hombre primitivo debió conceder gran importancia a esta zona en donde podía aprovisionarse de materia prima con facilidad, de manera abundante y de alta calidad. Desde el inicio de los estudios sobre las materias primas líticas silíceas, los arqueólogos han considerado esta zona como uno de los principales lugares de abastecimiento de los sílex presentes en los yacimientos, no solo

aragoneses, sino del conjunto del cuadrante noreste peninsular e incluso al otro lado de los Pirineos, donde pronto adoptaron el término *Monegros* para llamar a variedades adscritas a un medio de formación continental lacustre que suelen presentar evidencias de tallos y oogonios de algas carofitas, anillos de Liesegang y un cromatismo oscuro. Como tendremos oportunidad de ver, esta caracterización dista de la realidad, pues aunque son frecuentes las litologías silíceas con estas características, los sílex de los Monegros presentan una gran variabilidad que propicia el atractivo de su investigación. Por eso, constituyen la parte más importante de este estudio.

- En la zona oriental del Prepirineo hemos trabajado sobre afloramientos de los que ya teníamos noticia o hemos descubierto durante las prospecciones y que se encuentran esparcidos por las comarcas de La Litera, Somontano de Barbastro y Ribagorza, abarcando, por tanto, las unidades geológicas de las Sierras Exteriores y la depresión media pirenaica.

El interés por el estudio de los afloramientos silíceos de esta área se relaciona con la numerosa presencia de yacimientos prehistóricos tanto aragoneses como de la vecina provincia leridana, como el de Peña de Las Forcas de Graus, Cova Alonsé en Estadilla o Cova del Parco en Alòs de Balaguer, entre otros. Así pues, el estudio de las rocas silíceas afloradas en este entorno cuenta con la posibilidad de comparación directa entre materiales geológicos y arqueológicos, demostrándose, como en el caso de Cova Alonsé, que cuenta ya con un completo estudio petrográfico (SÁNCHEZ y MANGADO, 2013), un ámbito de captación de materias primas silíceas cercano a los lugares de habitación.

- En tercer lugar, nuestra atención se ha focalizado en algunas zonas del Prepirineo central y occidental como las sierras de Guara y la de Santo Domingo.

La elección de esta última está condicionada por la existencia en su cara sur, a orillas del río Arba de Biel, de un importante conjunto de yacimientos prehistóricos que abarcan desde el Magdaleniense superior / final al Calcolítico. Entre los materiales recuperados desde 1999 en las excavaciones, hemos tenido la oportunidad de comprobar un empleo masivo del sílex local (sobre todo en las épocas de



**Fig. 1.** Mapa de distribución de los afloramientos estudiados.

mayor antigüedad), que encontramos en los conglomerados típicos de estas Sierras Exteriores, conocidos en Biel como *Las Lezas*, o formando parte de la glera del río.

En cuanto a las sílex de Guara, conocemos unas muestras facilitadas por José Antonio Cuchí. Ambas muestras son ejemplos de afloramientos de altura (Santa Cilia 1 a 1460 metros y Bentué 1 a 1705 metros) de difícil pero no imposible acceso.

### *Prospecciones sobre el terreno*

La prospección y recogida de muestras de los afloramientos de sílex de un territorio se basa en un minucioso trabajo previo de documentación y planificación. En nuestro caso procedimos, en primer lugar, a acotar las áreas arriba mencionadas, tras lo cual se inició la búsqueda de información sobre la probabilidad de existencia de sílex en ellas, recurriendo en primera instancia a la serie cartográfica Magna 1: 50 000 del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), de gran ayuda a pesar de que por su escala no suele prestar gran atención a una roca que objetivamente podemos considerar minoritaria en el registro geológico.

También han resultado útiles las noticias sobre la existencia de sílex que nos han llegado: citas bibliográficas, comentarios de colegas arqueólogos y geólogos, que conocedores de nuestro estudio nos han aportado información y/o muestras de sílex con los datos del lugar de afloramiento, y, por supuesto, el conocimiento previo de las zonas en las que se está interviniendo arqueológicamente, lo que nos obliga a conocer los recursos líticos existentes, su disposición en el territorio y las posibles relaciones con los grupos humanos que lo habitaban.

Así, hemos muestreado y catalogado 46 afloramientos, de ellos 33 en posición primaria o subprimaria (71,7%) y 28 en posición secundaria (28,3%), que han sido prospectados durante trece sesiones de campo. De todos estos afloramientos se han tomado y analizado macroscópicamente un total de 343 muestras, de las que 35 han sido, además, analizadas microscópicamente.

Tan importante como el acopio de muestras es su catalogación y el tratamiento de los datos fundamentales: procedencia y características. Nos hemos servido de un programa ofimático especializado para la confección de una

base de datos que alberga la información sobre los trabajos de prospección y análisis, permitiendo la edición de los datos, su tratamiento y transmisión. En ocasiones se ha pretendido llegar a un consenso entre investigadores en el formato y los campos que han de contener este tipo de registros, pero lo habitual es que la base de datos se adapte a las necesidades e imperativos del investigador y los materiales estudiados. A estas quedarán asociados los contenedores y cada una de las muestras que contienen, conformando todo ello la litoteca de rocas silíceas que comienza a constituirse con este trabajo.

### *Caracterización macroscópica*

La descripción de las características de las materias primas silíceas mediante técnicas macroscópicas ha sido, y sigue siendo, práctica habitual por parte de los investigadores de la prehistoria. Es una técnica simple y económica, que consiste en la identificación del sílex a partir de la observación de caracteres morfoscópicos *de visu* o mediante el empleo de una lupa binocular. Estos caracteres formales permiten crear un registro con escalas nominales de variables (RAMOS, 1986). Otra de las ventajas es que se trata de una técnica inocua para la muestra, hecho que resulta banal para las muestras de procedencia geológica, pero muy importante para las de procedencia arqueológica; se evita, de esta manera, la destrucción total o parcial de cualquier útil o resto de talla prehistórico.

Nuestro análisis macroscópico centra su atención en cuatro parámetros: córtex, masa silícea, alteraciones y fósiles, inclusiones y estructuras con el fin de adscribir las muestras a un medio sedimentario concreto y agruparlas en tipos con características definitorias que permitan diferenciarlas del resto.

Pero esta técnica presenta a su vez claras limitaciones: se trata de una técnica basada en parámetros cualitativos, difícilmente cuantificables, por lo que depende en todo momento de la subjetividad del observador, resultando difícil, cuando no imposible, la transmisión o el entendimiento entre investigadores a pesar de numerosos intentos de establecer criterios más precisos, objetivos, cuantificables y transmisibles. Aun así es la técnica base para las investigaciones arqueopetrográficas, que permite el análisis del conjunto de muestras geológicas o restos arqueológicos de una manera relativamente sencilla.

### *Caracterización microscópica*

La caracterización mediante microscopio polarizante permite definir y caracterizar las rocas de manera precisa y objetiva, tarea desempeñada por la Petrografía. Se analizan la textura y los componentes mineralógicos que constituyen una roca y la forma como estos se presentan en una muestra de lámina delgada. Es una técnica de caracterización propiamente petrográfica que carece de la subjetividad de la técnica macroscópica, pero que conlleva obligatoriamente la preparación de la muestra para posibilitar su observación y, por tanto, su destrucción total o parcial.

En este trabajo, tras el análisis y la descripción macroscópica de cada una de las muestras se procedió a la selección de 35 para la elaboración de láminas delgadas. La elección de estas muestras se realizó de acuerdo con dos parámetros: profundizar en el conocimiento de algunos sílex cuyo análisis macroscópico se demostró insuficiente para contemplar sus rasgos internos y poder ser adscrito a un medio sedimentario concreto, y la importancia que presuponemos a ciertos materiales para la investigación arqueopetroológica por su ubicación, aptitudes para la talla o por una presumible mayor difusión en el contexto arqueológico.

Además de las aquí expuestas, existen otras técnicas de caracterización petrográfica que implican analíticas de carácter físico o químico a cuya escala de análisis no hemos descendido en esta fase de nuestro estudio.

## RESULTADOS

Como hemos adelantado, se han prospectado y/o muestreado 46 afloramientos de sílex distribuidos en 17 localidades. Macroscópicamente se han analizado un total de 343 muestras, a 35 de las cuales se han extraído láminas delgadas para su estudio microscópico. La tabla I resume los datos del estudio, ordenados por zona de estudio y localidad. Cada afloramiento se refleja mediante una sigla formada por el código postal del municipio más un número de orden correlativo. Se indica el número de muestras recogidas y las láminas delgadas correspondientes. Del afloramiento se especifica la época geológica, su posición primaria o secundaria y el medio sedimentario en que se formó el sílex.

**Tabla 1.** Afloramientos de sílex estudiados:  
localización y principales características petrográficas.

Zona	Localidad	Sigla	N.º	Afloramiento	N.º de muestra	Láminas delgadas	Época / serie *	Tipo de afloramiento	Medio sedimentario
MONEGROS	Candasnos	22591	1	Los Regallos 1	37	–	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre dulce / salobre
	Peñalba	22592	1	Valcuerna 1	5	L15	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	2	Valcuerna 2	3	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	3	Valcuerna 3	8	L22 / L23	<i>Mioceno</i>	Subprimario	Lacustre dulce
		22592	4	Valcuerna 4	3	L20	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	5	Valcuerna 5	6	L18	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	6	Valcuerna 6	5	L16	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	7	Valcuerna 7	3	L21	<i>Mioceno</i>	Subprimario	Lacustre dulce
		22592	8	Valcuerna 8	2	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	9	Valcuerna 9	3	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	10	Valcuerna 10	2	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	11	Valcuerna 11	5	L17	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	12	Valcuerna 12	5	L19	<i>Mioceno</i>	Subprimario	Lacustre dulce
		22592	13	Valcuerna 13	1	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		22592	14	Valcuerna 14	24	–	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre dulce
	La Almolda	50178	1	Santa Quiteria 1	3	L10	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50178	2	Santa Quiteria 2	4	L01	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50178	3	Santa Quiteria 3	5	L11	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
	Farlete	50163	1	La Torraza 1	3	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	2	La Torraza 2	8	L25	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	3	La Torraza 3	19	L24	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	4	Monte Oscuro 1	7	L02	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	5	Monte Oscuro 2	8	–	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	6	Monte Oscuro 3	9	L03	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	7	Monte Oscuro 4	12	L09	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre dulce
		50163	8	Monte Oscuro 5	8	L08	Mioceno	Primario	Lacustre dulce
		50163	9	Monte Oscuro 6	5	–	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre salobre
	Perdiguera	50161	1	Monte Oscuro 7	5	–	Mioceno	Primario	Lacustre salobre
		50161	2	Monte Oscuro 8	8	L04 / L05	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre dulce / salobre
		50161	3	Monte Oscuro 9	4	–	Mioceno	Primario	Lacustre salobre
		50161	4	Monte Oscuro 10	17	L06 / L07	<i>Mioceno</i>	Secundario	Lacustre dulce / salobre

\* En cursivas, edad geológica estimada.

**Tabla 1.** (continuación)

Zona	Localidad	Sigla N.º		Afloramiento	N.º de muestra	Láminas delgadas	Época / Serie	Tipo de afloramiento	Medio sedimentario
PREPIRINEO ORIENTAL	Padarnú	22451	1	Padarnú 1	4	–	Cretácico superior	Primario	Marino
		22451	2	Padarnú 2	3	–	Cretácico superior	Primario	Marino
		22451	3	Padarnú 3	4	–	Cretácico superior	Primario	Marino
	Puy de Cinca	22439	1	Puy de Cinca 1	4	–	Cretácico superior	Primario	Marino
	Güel	22481	1	Güel 1	4	–	–	Secundario	Lacustre salobre
	Estadilla	22423	1	La Mentirosa 1	32	L30 / L31 / L35	Cretácico superior	Primario	Lacustre dulce
	Alins del Monte	22421	1	Alins 1	2	L28 / L33	Cretácico superior	Primario	Lacustre salobre
		22421	2	Alins 2	3	L29 / L24	Cretácico superior	Primario	Lacustre salobre
	Alberola	25611	1	Sant Miquel 1	4	–	Oligoceno	Primario	Lacustre dulce
	Castelló de Farfanya	25163	1	Serra Llarga 1	5	–	Oligoceno	Primario	Lacustre dulce
PREPIRINEO CENTRAL Y OCCIDENTAL	Santa Cilia de Panzano	22141	1	Santa Cilia 1	3	–	–	Secundario	Indeterminado
	Bentué de Nocito	22150	1	Bentué 1	4	–	Cretácico superior	Primario	Lacustre dulce
	Biel	50619	1	Arba de Biel 1	27	L13 / L14	–	Secundario	Marino
	Peraltila	22311	1	Peraltila 1	5	L26 / L27 / L32	Oligoceno	Primario	Lacustre dulce
	Lastanosa	22215	1	Lastanosa 1	2	L12	–	Secundario	Marino

### *Monegros*

Como ya se ha dejado patente arriba, una de las zonas más interesantes del territorio aragonés y por extensión del valle medio del Ebro es la muestra terciaria que conforma la sierra de Alcubierre, dominando el tránsito entre las costas mediterránea y cantábrica en el norte peninsular. Su litología —principalmente calizas, margas y yesos— es rica en rocas silíceas, hecho bien conocido por nuestros antepasados, que explotaron sistemáticamente estos afloramientos tal como evidencian los numerosos restos líticos que permiten remontar los trabajos de talla hasta el Paleolítico (TILO, 1991).

Desde un principio esta sierra monegrina y su entorno han sido objetivo importante en nuestro estudio, que se ha apoyado en las numerosas referencias sobre sílex en las mencionadas hojas de la serie Magna del IGME, además de otras publicaciones entre las que destaca el ya veterano estudio de QUIRANTES (1978) sobre esta zona. Los afloramientos prospectados de esta zona de este a oeste se encuentran en las localidades de Candasnos, Peñalba, La Almolda, Farlete y Perdiguera.

- *Los Regallos 1, Candasnos (Hu) [22591.1]*. Las muestras silíceas fueron recogidas a los pies del tozal de Los Regallos (fig. 2a), donde se ubica un asentamiento de la Primera Edad del Hierro (siglo VIII a. C.). En este emplazamiento, cercano a la carretera nacional II, los sílex se localizan en el relleno aluvial de las vales que discurren en el entorno de dicho tozal. Se trata, por tanto, de un afloramiento secundario en donde se acumulan cantos de litologías y procedencias diversas. Así, es posible abastecerse de distintos tipos de sílex cuya litología encajante ha sido erosionada vertiendo los materiales a estos barrancos, motivo por el cual entre las muestras obtenidas se distinguen distintos tipos de sílex. Los cantos suelen presentarse en nódulos subangulosos y carentes mayoritariamente de córtex debido al rodamiento sufrido durante el transporte.

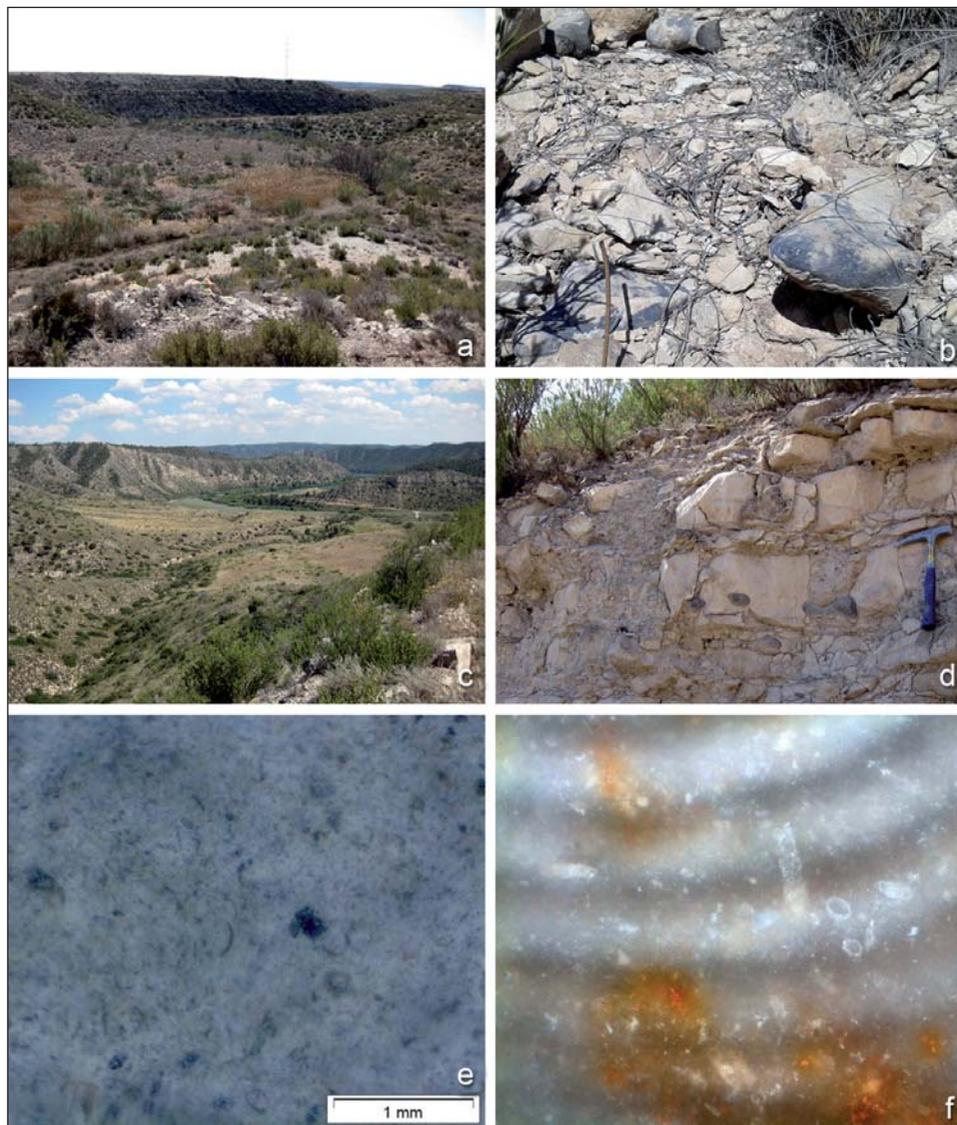
En este afloramiento encontramos un gran grupo de sílex que se adscriben a un medio de formación continental lacustre (fig. 2b) en el que pueden diferenciarse dos subgrupos en función de la abundante presencia de bioclastos, la profusión de relictos de carbonatos, que le aportan una tonalidad marronácea, y la ausencia total de anillos de Liesegang. Un tercer tipo en este afloramiento presenta los rasgos característicos de formación en un ambiente de formación continental evaporítico.

- *Valcuerna 1-14, Peñalba (Hu) [22592.1-14]*. Sin duda, uno de los afloramientos de sílex más importantes de la provincia, Aragón y nos atreveríamos a decir del valle del Ebro por varias razones. Se trata de un barranco de considerables dimensiones, tanto por su longitud como por su anchura, que comunica de manera directa y fácilmente transitable las estribaciones orientales de la sierra de Alcuierre con el cauce del río Ebro, desembocadura hoy en parte inundada por el embalse de Mequinenza (fig. 2c). Cuenta con un

caudal semiconstante de agua que, sin duda, lo hizo atractivo para el establecimiento de asentamientos humanos y para la fauna.

Por otro lado, su importancia viene dada por las ingentes cantidades de rocas silíceas que contienen las paredes y gradas rocosas (fig. 2*d*), que lo encauzan, y el fondo del barranco, donde se acumulan todas las litologías circundantes, que tras ser erosionadas se desplazan lentamente a favor de la pendiente del propio barranco en dirección al Ebro. Estos sílex presentan, además, una excelente aptitud para la talla, hecho que favorece su explotación.

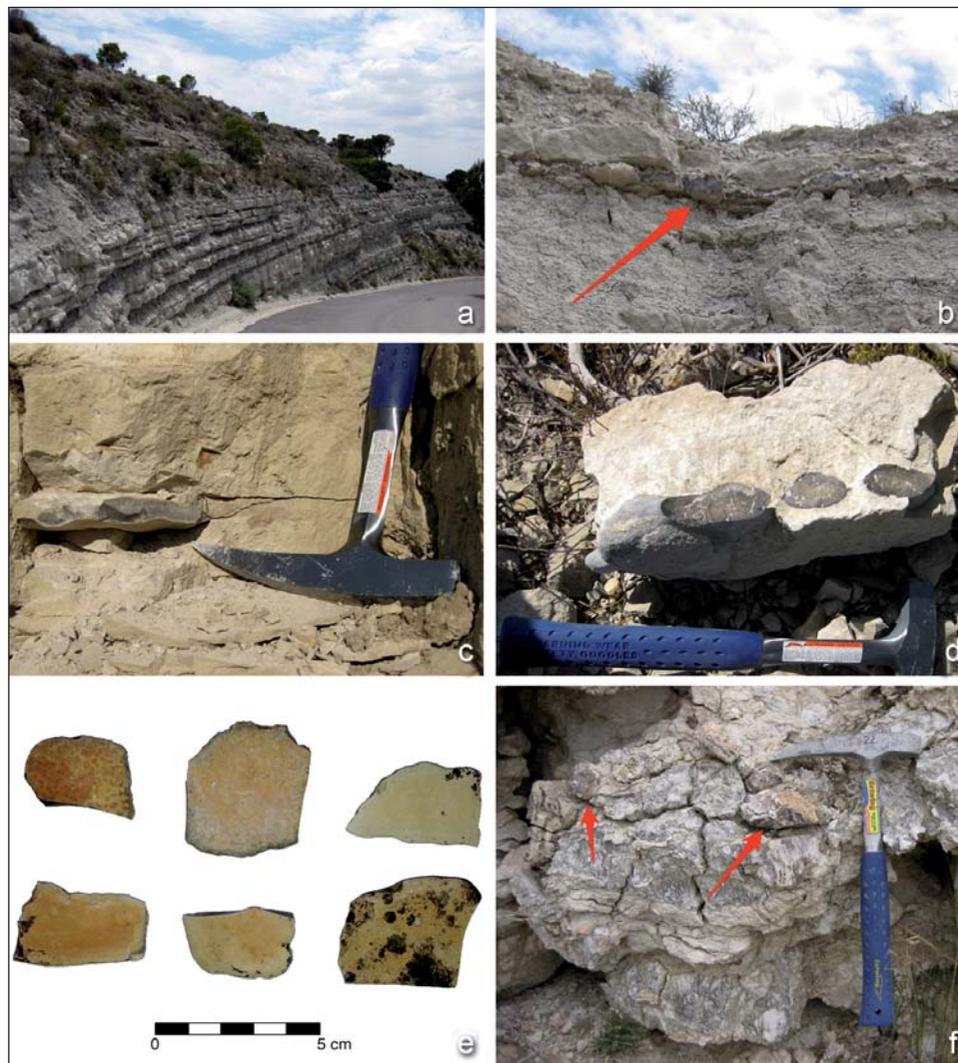
De este entorno se han muestreado dos áreas diferentes: trece enclaves primarios y uno en posición secundaria. Las muestras 1 a 13 fueron recogidas en afloramientos primarios o subprimarios, principalmente en los que deja al descubierto el camino que conduce desde la localidad de Candasnos hasta el refugio de pescadores localizado en la desembocadura junto al pantano. El corte que practica dicho camino en la estratigrafía de la ladera sobre la que discurre muestra los sílex encajados en la roca donde se formaron. Como cabría esperar, al hallarse los afloramientos en posición primaria y en gran cantidad, la presencia de sílex en posición secundaria es obligatoria y notablemente más abundante cuanto más cerca del fondo del barranco nos encontramos, pues se suman los aportes de un mayor número de afloramientos fruto de la erosión. Además de los afloramientos estrictamente primarios muestreados (diez), se han recogido muestras en posición subprimaria (tres en total) para tener constancia de esta modalidad de aprovisionamiento al pie del filón, mucho más cómoda y factible que la extracción de los nódulos de su roca caja, en algunos casos de extrema dificultad aun con la ayuda de un martillo moderno. A pesar de los procesos posdeposicionales sufridos, las muestras recogidas en posición subprimaria atestiguan que el sílex no ve afectadas sus características internas y mantiene su excelente calidad. Por otra parte, se ha muestreado el fondo del barranco en su tramo medio —Valcuerna 14—, donde el sedimento que lo rellena contiene gran cantidad de sílex, que constituyen un depósito secundario con alta probabilidad de haber sido explotado por las sociedades prehistóricas que habitasen o discurriesen por él.



**Fig. 2.** Afloramientos y sílex de Monegros: *a* y *b*, total de Los Regallos, vista general de la val que se extiende al sur y nódulos irregulares de sílex carofíticos; *c* y *d*, barranco de la Valcuerna, vista general y afloramiento de nódulos silíceos en las calizas; *e*, masa silícea de la Valcuerna mostrando secciones de carofitas y gasterópodos; *f*, masa silícea de la Valcuerna en la que se aprecian secciones de carofitas, óxidos de hierro y anillos de Liesegang.

Los grupos tipológicos silíceos definidos macroscópicamente a partir de las 75 muestras de los 14 afloramientos se adscriben a un medio de formación continental lacustre, y presentan gran variabilidad en cuanto a su formato, más habitualmente en forma de nódulos, pero también en disposición estratificada. En todas las muestras se han observado a nivel macroscópico bioclastos pertenecientes a algas carofitas y, generalmente, también a gasterópodos lacustres (fig. 2e). Algunas muestras evidencian la presencia de anillos de Liesegang (fig. 2f). El estudio microscópico de las muestras nos ha permitido diferenciar dos tipos de silicificaciones. El primero de ellos nos muestra rocas en proceso de silicificación avanzado, pero en las que los restos de carbonato son todavía muy abundantes y presentan una casi total ausencia de bioclastos, lo que dificulta su atribución a un medio de formación continental lacustre con seguridad. El segundo, mayoritario, sí atestigua la presencia de bioclastos correspondientes a tallos y oogonios de algas carofitas: se trata también de un sílex en proceso de formación cuyo porcentaje de silicificación es escasamente superior al del carbonato, si bien es difícil una cuantificación precisa habida cuenta del pequeño tamaño del cristal y las texturas fuertemente interpenetradas que presentan el sílex y la caliza.

- *Santa Quiteria 1-3, La Almolda (Z) [50178.1-3]*. Se trata de tres afloramientos de sílex que dejan al descubierto el trazado de la vía asfaltada que asciende desde la localidad de La Almolda hasta la ermita de Santa Quiteria desde la que se domina visualmente gran parte del valle del Ebro. Los análisis macro- y microscópico de las muestras extraídas de los tres emplazamientos silíceos confirman su formación en un medio sedimentario continental lacustre como corresponde a las calizas miocenas que los contienen (fig. 3a). De mayor a menor altitud, los dos primeros afloramientos presentan silicificaciones de gran similitud, fuertemente encajadas en los potentes bancos calcáreos sobre las que se asienta el santuario; la diferencia entre ambos es la apariencia nodular regular del primero frente a la irregularidad del segundo. El tercero sobresale del resto por aflorar como un estrato continuo regular de gran extensión y potencia centimétrica (fig. 3b).



**Fig. 3.** Afloramientos y sílex de Monegros: *a*, Santa Quiteria 1 y 2, vista general de la zona de afloramientos silíceos nodulares; *b*, estrato silíceo de Santa Quiteria 3; *c*, plaquetas calcáreas en proceso de silicificación de La Torraza 2; *d*, nódulos carofíticos calcáreas en proceso de silicificación de La Torraza 3; *e*, fragmentos de sílex con morfología de tableta de Monte Oscuro; *f*, silicificaciones en el interior de yesos en Monte Oscuro.

- *La Torraza 1-3, Farlete (Z) [50163.1-3]*. En las calizas limosas sobre las que discurre el camino que conduce desde la ermita de la Virgen de la Sabina de Farlete a San Caprasio, se localizan en la misma columna estratigráfica tres afloramientos silíceos. De menor a mayor altitud, el primero se presenta en forma de pequeñas plaquetas aplanadas de dimensiones muy pequeñas que contribuyen a su fragmentación en el momento de desprenderse de su roca caja, imposibilitando de esta forma su empleo para la talla de herramientas líticas. El segundo afloramiento muestreado se presenta igualmente en forma de plaquetas, pero ya de espesor centimétrico y dimensiones entre 10 y 20 centímetros (fig. 3c). Y, finalmente, el tercero, más alto en la escala litológica, se presenta con morfología nodular, pero tendente a la comunicación entre los propios nódulos, lo que genera en algunas zonas plaquetas de tamaños considerables (fig. 3d).

A nivel macroscópico, todas las muestras de los tres emplazamientos presentan semejantes características. Se atestigua en ellas la presencia de bioclastos de algas carofitas que permiten su adscripción a un medio sedimentario continental lacustre. El estudio de las láminas delgadas obtenidas de estas muestras nos revela que se trata de una caliza micrítica en proceso de silicificación que presenta únicamente entre un 10 y un 15% de silicificación, porcentaje correspondiente a las numerosas secciones de bioclastos de algas carofitas y ostrácodos de medios continentales lacustres, que destacan, además, por su nítida visión, y que confieren a la muestra una textura *packstone* según la clasificación de Dunham (1962). Nos encontramos, pues, ante una roca caliza en proceso de silicificación, cuyo escaso contenido silíceo le aporta las propiedades de un sílex y, por tanto, posibilita su talla con una aptitud valorable como media.

- *Monte Oscuro 1-6, Farlete (Z) [50163.4-9]*. Estos seis yacimientos fueron localizados en las laderas sur de Monte Oscuro, segunda cota en altitud —822 metros— de la sierra de Alcubierre tras San Caprasio —834 metros—. Se trata de discretos afloramientos silíceos, pero con materiales aptos para la confección de utillaje lítico. Las muestras 1 a 5 se han adscrito a medios de formación continentales

lacustres, y plantea dudas sobre esta cuestión su análisis a nivel macroscópico. Los seudomorfos lenticulares de yeso y la ausencia de bioclastos de la muestra 6 permiten adscribirla a un medio de formación continental evaporítico.

Entre los diferentes tipos de sílex de estos afloramientos destacan los que presentan morfología de tableta (fig. 3e), esto es, con anchura centimétrica y espesor milimétrico. Estos sílex conservan la totalidad de su córtex, de espesor microscópico y habitualmente de tonalidad anaranjada que no es necesario eliminar para obtener filos. No obstante, esta tipología presenta un condicionante que limita su uso: sus pequeñas dimensiones que acrecientan su fragilidad, hecho que se evidencia en los múltiples fragmentos que se localizan esparcidos por la zona de afloramiento. Este tipo de litología es muy relevante para los estudios prehistóricos del Neolítico, pues son los materiales empleados para la confección de los dientes de hoz.

- *Monte Oscuro 7-10, Perdiguera (Z) [50161.1-4]*. Afloramientos localizados en las estribaciones de la cara oeste de Monte Oscuro, a las que se accede desde la localidad de Perdiguera. Las muestras de estos afloramientos presentan grandes similitudes con las arriba analizadas de Monte Oscuro 1-6, puesto que nos encontramos en idéntico marco geológico. Al igual que en el caso de los yacimientos de Farlete, en estos destacan por su abundancia y por su interés arqueológico los sílex de morfología de tableta (fig. 3e), aunque en estos casos se pueden apreciar caprichosas formas. A pesar de que su tamaño no permite la confección de útiles de cierta envergadura, sí pueden ser utilizados para otros más discretos como, por ejemplo, los mencionados dientes de hoz del Neolítico.

Entre las muestras de estos sílex de Perdiguera predominan los formados en medios sedimentarios continentales evaporíticos y destacan aquellos que afloran formando esférulos en el seno de los yesos (fig. 3f). El estudio microscópico de las muestras recogidas en Monte Oscuro, tanto en su zona sur en Farlete como oeste en Perdiguera, nos permite diferenciar tres tipos de tipologías silíceas, además de la variedad evaporítica, de la que no se ha realizado ninguna lámina al no presentar problemas en cuanto a su adscripción a un

medio sedimentario concreto. Un primer tipo se diferencia por presentar un tapizado algar. Un segundo atestigua que nos encontramos ante una caliza micrítica de origen lacustre en proceso de silicificación, o someramente silicificada, que afecta únicamente a poros, grietas y discontinuidades; otros componentes carbonatados observables son las secciones de ostrácodos y los bandeados micríticos, con alto contenido en materia orgánica. El tercero de los tipos corresponde a los sílex con morfología de tableta, en los que la silicificación es masiva, de lo que deriva su excepcional calidad para la talla. Son evidenciables las secciones de tallos y oogonios de algas carofitas completamente silicificados. El fino córtex es de litología caliza y está ligeramente silicificado.

### *Prepirineo oriental*

El conjunto de afloramientos de la zona del Prepirineo oriental y su piedemonte lo componen diez emplazamientos, algunos de ellos con presencia de rocas silíceas abundante o incluso masiva, otros mucho más discretos de los que se da constancia en estas líneas.

Los afloramientos de Padarnú, junto al de Puy de Cinca, pedanía de Secastilla, y Güel, población de Graus, se integran en la comarca oscense de Ribagorza. De la vecina comarca del Somontano de Barbastro recogemos el afloramiento de sílex de La Mentirosa de Estadilla, próximo al de Alins del Monte, también en la sierra de la Carrodilla, término municipal de Azanuy-Alins, en la comarca de La Litera. Ambos yacimientos han sido ampliamente estudiados por los arqueopetrólogos de la Universidad de Barcelona Marta Sánchez y Xavier Mangado en 2013. Como la geología no sabe de fronteras políticas hemos querido atestiguar la presencia de dos importantes canteras de sílex en la vecina comarca ilderdense de La Noguera, en la localidad de Alberola, perteneciente al municipio de Os de Balaguer, y la de la Serra Llarga en Castelló de Farfanya, cuyo conocimiento y muestras debemos también a Sánchez y Mangado.

Se ha mencionado con anterioridad que esta zona oriental plantea un problema de fuentes bibliográficas, pues carece de la publicación de las hojas correspondientes a la serie Magna del IGME, por lo que hemos

tenido que recurrir a otras fuentes como el mapa geológico 1:200 000 de la provincia de Huesca.

- *Padarnú 1-3, Padarnú (Valle de Lierp, Hu) [22451.1-3]*. Se trata de un conjunto de tres afloramientos de sílex nodular irregular inserto en calizas garumnienses de la cara meridional del macizo del Turbón a una altitud superior a los 1100 metros. Se trata de sílex de excelente calidad para la talla que presenta profusión de espículas de poríferos o espículas silíceas de esponjas que lo adscriben a un ambiente de formación marino. Destaca en las muestras del grupo 3 la relación de estas espículas con radiolarios, por lo que estamos ante un ejemplo de radiolarita o espongiolita (MOLINA, 2004).
- *Puy de Cinca 1, Puy de Cinca (Secastilla, Hu) [22439.1]*. Afloramiento silíceo en posición primaria de nódulos insertos en las calizas garumnienses cercanas a la población del Puy de Cinca. Sílex de excelente aptitud para la talla a pesar de las múltiples fisuras tectónicas completamente selladas por sílice criptocristalina. Se evidencian bioclastos identificables con foraminíferos que permiten su adscripción a un medio de formación marino.
- *Güel 1, Güel (Graus, H) [22481.1]*. Muestras de sílex de poca entidad recogidas en posición secundaria que presentan una patinación total y profunda. Sus características macroscópicas permiten su adscripción a un medio de formación continental evaporítico.
- *La Mentirosa 1, Estadilla (Hu) [22423.1]*. Nódulos de sílex de morfología irregular en posición secundaria localizados en los alrededores de la ermita de la Carrodilla, sobre la sierra a la que da nombre del municipio de Estadilla. Se trata de un sílex formado en un ambiente continental lacustre como lo atestiguan los abundantes componentes esqueléticos de algas carofitas y gasterópodos que se observan tanto a escala macro- como microscópica (SÁNCHEZ y MANGADO, 2013).
- *Alins 1-2, Alins del Monte (Azanuy-Alins, Hu) [22421.1]*. Afloramiento primario de nódulos regulares e irregulares en las estribaciones sur de la sierra de la Carrodilla, cerca de la población de Alins del Monte. En función del grano, la superficie y, en consecuencia,

su aptitud para la talla se han distinguido dos variedades o tipos (SÁNCHEZ y MANGADO, 2013), el primero de talla deficiente, a lo que contribuyen numerosas fisuras tectónicas; el segundo, por el contrario, presenta unas características que le aportan una buena aptitud para la talla. Ambos tipos se adscriben a un medio de formación continental evaporítico. La caracterización microscópica confirma la completa ausencia de inclusiones fosilíferas que se aventuraba en la macroscópica.

- *Sant Miquel 1, Alberola (Os de Balaguer, L) [25611.1]*. Afloramien-  
to de nódulos irregulares al pie de la sierra de Sant Miquel, en el  
flanco norte del sinclinal de Os de Balaguer, que discurre al sur de  
las poblaciones de Alberola y Tartareu. Se trata de un sílex formado  
en un ambiente continental lacustre del que destaca la elevada pre-  
sencia de carbonatos que provocan la clasificación de calidad para  
la talla como media.
- *Serra Llarga 1, Castelló de Farfanya (L) [25163.1]*. Afloramien-  
to de nódulos irregulares en las estribaciones meridionales de la Serra  
Llarga, que se extiende entre las poblaciones de Castelló de Farfanya  
y Algerri; la cantera silíceo continúa presente en toda su extensión y  
se extingue hacia el oeste, en Alfarràs. Es un sílex de alta calidad  
para la talla en el que no destacan por su abundancia los bioclastos  
de algas carofitas, pero sí por la nitidez de observación de los exis-  
tentes, por lo que se atribuye a un ambiente de formación continen-  
tal lacustre.

### *Prepirineo central y occidental*

La tercera y última de las áreas en las que centramos nuestro estudio son las Sierras Exteriores pirenaicas, que fueron objeto de varias campañas de prospección arqueológica por parte del equipo dirigido por Lourdes Montes y Rafael Domingo, de lo que deriva un creciente interés por el conocimiento de la existencia de afloramientos de rocas silíceas en el entorno que pudiesen haber sido utilizadas como lugar de aprovisionamiento en el pasado prehistórico. De esta zona contamos con cinco emplazamientos. Los dos primeros se localizan en las vertientes sur y norte, respectivamente,

de la sierra de Guara y nuestro conocimiento y muestreo se deben a las noticias aportadas por José Antonio Cuchí.

Diferente es el caso de los sílex atestiguados en el municipio de Biel, en cuyo entorno se ubica el referido conjunto de yacimientos prehistóricos en abrigo, con una cronología que abarca desde el final del Magdalenense hasta el Calcolítico y que es objeto de investigación por los doctores Lourdes Montes y Rafael Domingo desde 1999.

Las muestras silíceas más meridionales de todo el conjunto fueron recogidas en el municipio de Peraltilla, en el pie de monte de las Sierras Exteriores, y en la localidad de Lastanosa, perteneciente a Sariñena y, por tanto, a la comarca monegrina, cuya posición secundaria en las terrazas del río Alcanadre nos hace relacionarla con las Sierras Exteriores, hecho por el que decidimos su inclusión en esta área.

- *Santa Cilia 1, Santa Cilia de Panzano (Casbas de Huesca, Hu) [22141.1]*. Afloramiento secundario de nódulos de morfología irregular localizado en el paraje conocido como *Las Pedreras* en la ascensión por su cara sur al tozal de Guara, a 1460 metros de altitud. Los materiales recogidos presentan unas características de grano grueso y superficie rugosa que, unidas a las múltiples fisuras tectónicas, oquedades y recristalizaciones, le dotan de una aptitud para la talla muy deficiente. A escala macroscópica no ha sido posible la observación de bioclastos y otras inclusiones que nos permitiesen adscribirlo a un medio de formación concreto.
- *Bentué 1, Bentué de Nocito (Sabiñánigo, Hu) [22150.1]*. El afloramiento de Bentué se localiza a una altitud mayor incluso del registrado en Santa Cilia, a 1705 metros. En este caso, el lugar de afloramiento se sitúa en posición primaria en el paraje conocido como *Polje de Los Avels*, cercano a la sima ubicada en el entorno. Se trata de nódulos silíceos irregulares encajados en calizas garumnienses de buena calidad para la talla, con abundante presencia de secciones de bioclastos de tallos y oogonios de algas carofitas que lo incluyen en un medio sedimentario de formación continental lacustre.
- *Arba de Biel 1, Biel (Z) [50619.1]*. El afloramiento de Biel es a la vez primario y secundario: los nódulos de sílex son parte integrante

de la glera transportada por el Arba de Biel desde los cercanos conglomerados masivos de la formación Uncastillo (fig. 4a), que en Biel reciben el topónimo de *Las Lezas*. Al pie de la sierra de Santo Domingo los conglomerados se extienden de este a oeste formando parajes tan significativos como los Mallos de Riglos y de Agüero.

La explotabilidad de este recurso está condicionada, en primer lugar, por su escasa o nula visibilidad: tanto si se trata del material contenido en los conglomerados como si se encuentra entre los cantos rodados del cauce, es necesaria su fragmentación para diferenciarlo del resto de las litologías que lo acompañan en el conjunto. La dificultad que implica la sustracción de estas rocas cuando están insertas en la formación conglomerática hace pensar en el cauce del río como principal zona de acopio de materiales; son los agentes atmosféricos y el caudal del propio río los encargados de liberar, suministrar y transportar las rocas por el lecho del río (fig. 4b).

El incipiente estudio de los materiales arqueológicos hallados en el conjunto de los cinco yacimientos de Biel atestigua el uso continuado de estos materiales líticos durante más de 10 000 años. La investigación arqueopetrográfica ha podido demostrar un mayor uso de estas rocas frente a otras variedades silíceas durante las etapas más antiguas del registro arqueológico, mientras que disminuye paulatinamente con el paso del tiempo. Esta disminución podría deberse, entre otras razones, a una menor presencia de nódulos de sílex en el cauce a consecuencia del gran acopio de materiales efectuado por los primeros pobladores de esta zona.

Los materiales recogidos en este afloramiento son nódulos rodados subsféricos de calidad media, pues presenta una gran tenacidad a su fractura lo que dificulta la talla. Son abundantes las inclusiones fósilíferas de foraminíferos de tipo bentónico que incluso han podido incluirse dentro del suborden Rotaliina (fig. 4c), y las secciones tanto transversales como longitudinales de espículas silíceas de esponjas (fig. 4d), algunas relacionadas con radiolarios, en cuyo caso constituyen radiolaritas por ser estos dominantes; todo ello permite adscribir estas rocas a un medio de formación marino.



**Fig. 4.** Afloramientos y sílex del Arba de Biel: *a*, Las Lezas, conglomerados de la formación Uncastillo; *b*, nódulo silíceo; *c*, foraminífero bentónico y óxidos de hierro; *d*, espícula de esponja.

- *Peraltilla 1, Peraltilla (Hu) [22311.1]*. Afloramiento primario de nódulos regulares e irregulares insertos en las calizas que coronan la sierra del Vedado, que se extiende de sur a norte al este de Peraltilla. Estos mismos nódulos aparecen en posición subprimaria, hecho que facilitaría su explotación. El análisis macroscópico desvela, y el microscópico confirma, la presencia en abundancia de componentes esqueléticos de algas carofitas y gasterópodos, lo que corrobora su formación en un ambiente continental lacustre. Destaca la abundancia de inclusiones de óxidos metálicos que llegan a conformar una pátina superficial en las muestras.

- *Lastanosa 1, Lastanosa (Sariñena, Hu). [22215.1]*. Muestra sílicea hallada en las cercanías de Lastanosa en posición secundaria. Destacan las masivas inclusiones ferruginosas en posición bandeada evidenciables *de visu*. Carece de zona cortical y presenta numerosas abolladuras y un elevado grado de rodamiento debido al transporte posdeposicional. Presenta una aptitud para la talla media debido a las múltiples fisuras tectónicas sufridas durante su enterramiento, aunque se hallan completamente rellenas de sílice y actúan como planos de fractura. No ha sido posible atestiguar componentes fósiles en su masa sílicea, sin embargo, a nivel microscópico se han observado silicatos ferrosos, indicadores de su formación en un ambiente marino que permite incluso señalar una posible etapa de formación, ya que esta composición es muy típica del periodo ordovícico.

## DISCUSIÓN

Resumiendo por áreas, en Monegros se han registrado 31 afloramientos, 22 en posición primaria y 9 en secundaria, en los que se han diferenciado 42 variedades tipológicas. El sílex monegrino se formó durante el Mioceño, mayoritariamente en un ambiente de formación continental lacustre (86% de las muestras); resulta testimonial el porcentaje de sílex formado en un ambiente continental evaporítico (14%). Del conjunto monegrino cabe destacar la alta calidad para la talla de los materiales aflorados en el barranco de la Valcuerna (Peñalba) explotados desde el Paleolítico, que se caracterizan por un grano muy fino, superficie lisa y ausencia de alteraciones. Los sílex tableados procedentes de Monte Oscuro (Farlete / Perdiguera), que son de origen lacustre, comparten estas características óptimas para la talla, aunque con una morfología muy diferente, cuyo uso puede relacionarse con los dientes de hoz en *sílex tabular* habituales a partir del Neolítico en los yacimientos del valle medio del Ebro, y apenas conocidos fuera de este entorno, y con algunas láminas retocadas o puñales de esa cronología. Los análisis microscópicos (22 láminas delgadas) de las muestras monegrinas han permitido resolver algunas dudas planteadas por ciertas muestras del conjunto. Destaca especialmente el análisis efectuado sobre los ejemplares de los afloramientos de Monte Oscuro, entre los que se han podido discernir

dos ambientes de formación diferenciados (lacustre y evaporítico), imposibles de diferenciar a escala macroscópica.

En la zona oriental del Prepirineo y su piedemonte, han sido muestreados diez afloramientos con otras tantas tipologías clasificadas. Solo uno de ellos (Güel) se encuentra en posición secundaria. A diferencia de los sílex monegrinos, en esta zona las muestras de sílex cuya diagénesis tuvo lugar en un ambiente continental lacustre son solo tres: la Mentirosa de Estadilla, Sant Miquel de Alberola y Serra Llarga en Castelló de Farfanya. Se atestiguan otros tres casos de sílex formados en ambientes continentales evaporíticos: Güel y Alins 1 y 2, y aparecen por primera vez en nuestro estudio los sílex adscritos a medios sedimentarios marinos: los tres afloramientos de Padarnú y el de Puy de Cinca. De este conjunto solo ha sido posible el análisis microscópico de tres afloramientos (7 láminas delgadas) que confirman las características advertidas macroscópicamente.

El Prepirineo central y occidental es la zona menos representada en nuestro estudio y de una mayor dispersión en cuanto a la localización de muestras y afloramientos, y tres de los cinco son de tipo secundario (Santa Cilia, Arba de Biel y Lastanosa). Precisamente, estas dos últimas han sido adscritas macroscópicamente a medios sedimentarios de formación marina, hecho corroborado por las láminas delgadas que de ellos se extrajeron. Los sílex procedentes de Bentué de Nocito y Peraltilla se crearon en ambientes continentales lacustres. El resto, procedente de Santa Cilia de Panzano, es una única muestra del estudio cuyo medio de formación permanece indeterminado al no presentar rasgos macroscópicos característicos; se desconoce su litología encajante, al haberse recogido en posición secundaria y no haber sido posible la realización de lámina delgada.

## CONCLUSIONES

Las propiedades petrográficas del sílex, de uso imprescindible entre las poblaciones prehistóricas, pueden ser caracterizadas con precisión en la actualidad, lo que permite ubicar en ocasiones su origen dentro de un territorio. De esta manera, se puede establecer una relación entre los afloramientos de estos materiales y el lugar en el que han sido utilizados y abandonados: los yacimientos arqueológicos. En consecuencia, estos análisis

constituyen en la investigación actual uno de los criterios fundamentales a la hora de delimitar el área de acción de un grupo humano en un momento determinado del pasado.

La arqueopetrología se posiciona, pues, como una técnica imprescindible para el desarrollo de las investigaciones sobre las materias primas líticas silíceas y su impacto en las sociedades prehistóricas.

La parte central de la margen izquierda de la cuenca del Ebro se revela como un área de importancia en el aprovisionamiento de materias primas líticas silíceas, por su calidad, abundancia y accesibilidad.

El área de los Monegros adquiere una especial relevancia por el carácter óptimo para la talla de sus sílex, y por su localización centrada en la gran vía de comunicación oeste-este que constituye el valle del Ebro para el noroeste peninsular.

Quedan por delimitar las posibles diferencias entre los sílex que se han dado a conocer como *tipo Monegros* y que vendrían a corresponder con todas las litologías silíceas miocenas del valle medio del Ebro a uno y otro lado del río, materia de estudio de la tesis de uno de los autores del presente artículo (Luis Miguel García-Simón).

Posicionando los yacimientos arqueológicos prehistóricos conocidos en relación con la localización de los afloramientos aquí estudiados y sus productos, se vislumbran posibles relaciones a escala macroscópica de algunas variedades de sílex (especialmente de las incluidas en el llamado *tipo Monegros*) en yacimientos muy distantes: el cotejo microscópico de las muestras, geológicas y arqueológicas, permitirá afinar estas relaciones y su recorrido.

La pretendida litoteca de referencia para la cuenca media del Ebro se muestra imprescindible para dar continuidad a este tipo de investigación, a fin de convertirse en la base de datos para cotejar los sílex geológicos y arqueológicos y convertirse en un referente para los investigadores en la materia sobre esta área del valle del Ebro. Todas las muestras copiadas durante la elaboración de este estudio, y los datos que de ellas se desprenden, han sido clasificadas y archivadas por nuestra parte con el objetivo de que esta colección sea paulatinamente ampliada. Queda por decidir cuál debe ser su alojamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al grupo de investigación Primeros Pobladores del Valle del Ebro (PPVE), especialmente a los doctores Lourdes Montes y Rafael Domingo; igualmente al grupo de investigación Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP), en especial a los doctores Xavier Mangado y Marta Sánchez, y al Servei de Làmina Prima, ambos de la Universidad de Barcelona; y al doctor José Antonio Cuchí, del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural.

Este trabajo fue financiado por una Ayuda de Investigación del Instituto de Estudios Altoaragoneses en su convocatoria de 2013.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LEORZA, R. (2004). Estudio de las materias primas líticas del yacimiento arqueológico de Los Baños. En P. Utrilla y J. M.<sup>a</sup> Rodanés, *Un asentamiento epipaleolítico en el valle del río Martín. El abrigo de Los Baños (Ariño, Teruel)*: 51-58. Universidad de Zaragoza. Departamento de Ciencias de la Antigüedad (Monografías Arqueológicas, 39). Zaragoza.
- MAZO, C., y J. A. CUCHÍ (1992). Sílex y prehistoria. Análisis mineralógico de muestras silíceas de Huesca y Zaragoza. *Bolskan*, 9: 9-50.
- MOLINA, E. (2004). *Micropaleontología*. PUZ. Zaragoza.
- QUIRANTES, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros*. IFC. Zaragoza.
- RAMOS, A. (1986). La explotación de recursos líticos por las comunidades prehistóricas. Un estudio sobre economía primitiva. *Cuadernos de Prehistoria de Granada*, 11: 237-271.
- RODANÉS, J. M.<sup>a</sup>, M.<sup>a</sup> Á. TILO y N. RAMÓN (1996). El abrigo de Els Secans (Mazaleón, Teruel). La ocupación del valle del Matarraña durante el Epipaleolítico y Neolítico antiguo. *Al-Qannis*, 6: 84-89.
- SÁNCHEZ, M. (2014). La industria lítica del abrigo de las Forcas I (niv. 15 y 16). Primera aproximación arqueopetrográfica. En P. Utrilla y C. Mazo, *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*: 105-112. Universidad de Zaragoza. Departamento de Ciencias de la Antigüedad (Monografías Arqueológicas. Prehistoria, 46). Zaragoza.
- SÁNCHEZ, M., y X. MANGADO (2013). Las materias primas de Cova Alonsé. Tipos y aprovisionamiento. En L. Montes y R. Domingo (coords.), *El asentamiento magdalenienense de Cova Alonsé*: 41-53. Universidad de Zaragoza. Departamento de Ciencias de la Antigüedad (Monografías Arqueológicas. Prehistoria, 48). Zaragoza.

- TILO, M.<sup>a</sup> Á. (1991). Estudio de los yacimientos líticos de superficie localizados entre Fraga y Candasnos (Huesca). *Bolskan*, 8: 109-164.
- TILO, M.<sup>a</sup> Á., y J. MANDADO (1995). Análisis de las materias primas líticas utilizadas en el yacimiento de Olvena. *Bolskan*, 12: 87-104.

## CONTENIDOS DEL NÚMERO 16 (2014)

### PRESENTACIÓN

Sobre la temática para publicar en *Lucas Mallada*, por José Antonio CUCHÍ

### PREFACIO

La vuelta de los grandes, por Juan HERRERO

### ARTÍCULOS

Dinosaurios y tetrápodos asociados del Maastrichtiense superior (Cretácico superior) de la provincia de Huesca, por José Ignacio CANUDO

Reducción del impacto ambiental en la edificación mediante la selección consciente de materiales de construcción: el caso de una vivienda unifamiliar construida en tierra (técnica de la tapia) en el Prepirineo aragonés, por Àngels CASTELLARNAU

Tipificación de patrones espacio-temporales y en relación con las crecidas de  $\text{NO}_3^-$ , sólidos en suspensión y sales disueltas en la cuenca del río Flumen (Huesca), por Nadia DARWICHE-CRIADO y Francisco COMÍN

Genética de las poblaciones ibéricas de trufa negra (*Tuber melanosporum*), por Iván GARCÍA-CUNCHILLOS, Sergio SÁNCHEZ, Juan José BARRIUSO y Ernesto PÉREZ-COLLAZOS

Rocas silíceas de la margen izquierda del valle medio del Ebro, por Luis Miguel GARCÍA-SIMÓN y Juan MANDADO

Fracasos en la reproducción del quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), por predación, en el Pirineo central (Aragón), por Juan Antonio GIL y Gonzalo CHÉLIZ

Un antiguo escorial en Ballibierna (Benasque, Huesca), por José Antonio MANSO y José Antonio CUCHÍ  
Estado trófico y calidad ecológica del río Gállego a su paso por la provincia de Huesca, por Marta MICHAVILA, Rocío LÓPEZ-FLORES y José Antonio CUCHÍ

Reacciones agua-roca en la cuenca alta de los ríos Isuela y Flumen (Huesca), por Domingo MONAJ, José Luis VILLARROEL, José Antonio MANSO y José Antonio CUCHÍ

Estudio estacional de la calidad ecológica del río Cinca (Huesca) según sus comunidades de macroinvertebrados bentónicos, por Beatriz ORÓS, Rocío LÓPEZ-FLORES y José Antonio CUCHÍ

El Campo Fenero: las disputas seculares por un pequeño monte del término municipal de Biel (Zaragoza), por Ignacio PÉREZ-SOBA

Tierra Bucho (Huesca): aproximación al análisis microespacial de sus yacimientos prehistóricos, por Pilar SÁNCHEZ

