



LA PRIMERA EXPLOTACIÓN MINERA DE LA SAL GEMA: LA VALL SALINA DE CARDONA (CATALUÑA, ESPAÑA)*

THE FIRST MINING EXPLOITATION OF ROCK SALT: THE "VALL SALINA" OF CARDONA (CATALONIA, SPAIN)

Alfons Fíguls¹, Olivier Weller², Fidel Grandia³, Jorge Bonache¹,
Joan González¹ y Rosa M. Lanaspá¹

En este artículo se hace balance de los resultados obtenidos sobre la primera explotación europea de sal minera desarrollada alrededor de la *Muntanya de Sal* de Cardona (España), la única montaña de sal gema de Europa occidental. Se considera que esta actividad minera se inició entre 4.500-4.200 a.C. y fue una explotación a cielo abierto durante el Neolítico medio catalán.

Se han analizado los procesos de producción utilizados en la Vall Salina y los procesos mecánicos que intervienen en la extracción de la sal a partir del análisis de 225 herramientas de piedra pulida. Por último, se valoran los flujos de intercambios existentes durante el Neolítico medio y la importancia socioeconómica de la sal gema de Cardona.

Palabras claves: Cardona, Cataluña, industria lítica pulida, Neolítico, sal, intercambios.

This article presents results concerning the earliest exploitation of rock salt in Europe at the Muntanya de Sal, Cardona (Spain), a unique salt mountain in Western Europe. This mining activity began c. 4,500-4,200 B.C. and was an open quarry during the Catalan Middle Neolithic.

We analysed 225 polished stone tools to determine the processes of production used in the Vall Salina and the mechanical processes used in salt extraction. Finally, we stress the importance of the exchanges and the trade during the Middle Neolithic and the socio-economical value of rock salt from Cardona.

Key words: Cardona, Catalonia, polished stone industry, Neolithic, salt, exchange.

Cardona está situada al Nordeste de España, en el centro geográfico de Cataluña, en el extremo Noroeste de la comarca del Bages, en los límites de la Depresión Central Catalana (Figura 1). Buena parte de los 66,38 km² que forman el municipio son bastante abruptos, pero los amplios valles que han formado las cuencas fluviales son propicios para la agricultura y han facilitado las comunicaciones con su entorno (Barberà 1987:183; Solé 1964:470).

La Vall Salina de Cardona (Figura 2) es un excepcional y singular yacimiento minero y arqueológico que ocupa unas 130 hectáreas y donde aflora un diapiro salino conocido como la *Muntanya de Sal* (Figura 3). Este diapiro es único en toda Europa occidental.

La Vall Salina, producto de la disolución teórica de las sales, se encuentra encajada entre el castillo y el núcleo urbano de Cardona al Norte y la Sierra de la Sal al Sur. En el Suroeste se alza la *Muntanya de Sal*, que en realidad se trata de una abrupta cabecera de torrente (Cardona y Viver 2002:16). Es un relieve salino de 120 metros de alto que constituye la expresión superficial del diapiro de Cardona. Este diapiro está constituido por lutitas y cloruros sódicos, potásicos y magnésicos del Eoceno. Ésta se formó durante el avance del frente de encabalgamiento pirenaico asociado a la orogénesis alpina (Grandia 2007).

Este valle tiene una disposición Suroeste a Nordeste. Es un paraje que presenta una morfología

* Artículo seleccionado del conjunto de ponencias presentadas en la Primera Reunión Internacional sobre Minería Prehispánica en América (PRIMPA), realizada en San Pedro de Atacama, Chile, diciembre 2010. Este manuscrito fue evaluado por investigadores externos y editado por Diego Salazar y Valentina Figueroa, en su calidad de editores invitados de la Revista.

¹ Institut de recerques envers la Cultura (IREC), C/ Portalet, 29 08261 Cardona, España. alfons.figuls@cllicenciats.cat; jordi.bonache@uab.es; jugeor@hotmail.es; rosamaria.lanaspá@gmail.com

² CNRS-UMR Trajectoires, Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie 21, allée de l'Université F-92023 Nanterre cedex, France. olivier.weller@mae.cnrs.fr

³ Laboratori de Mineralogia del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa-UPC, Av. Bases de Manresa, 61-73 08242 Manresa, España. fidel@emrn.upc.edu

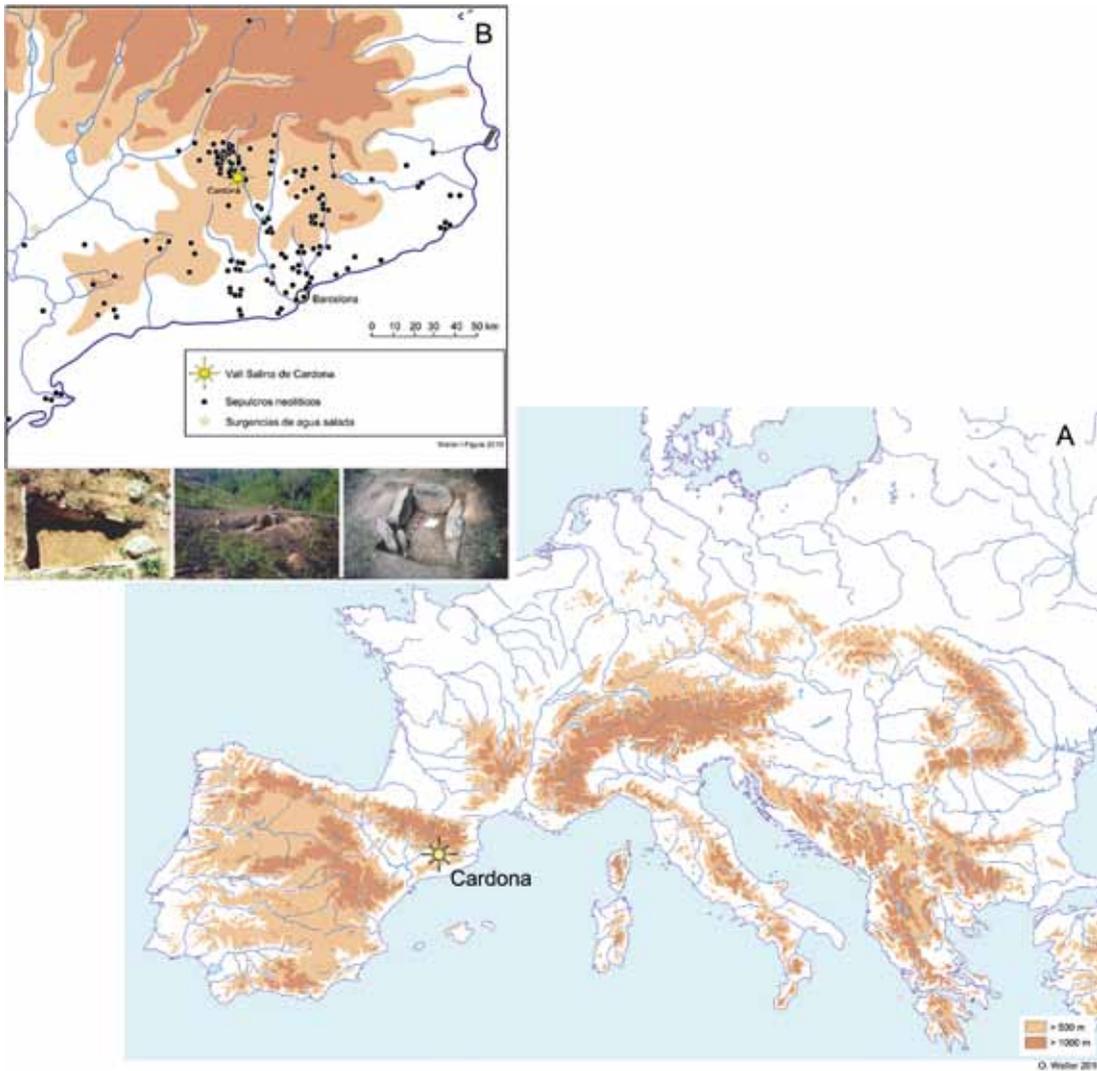


Figura 1. Mapa inferior (A): Situación de la Vall Salina (mapa O. Weller). Mapa superior (B): Mapa de la distribución de los yacimientos del Neolítico medio en Cataluña (mapa O. Weller y A. Fíguls). En la parte inferior, tres de sepulcros del “Solsonià”. De izquierda a derecha: Santa Constança 1 (Clariana de Cardener), Santa Constança 2 (Clariana de Cardener) y Cal Rajolí (Olius) (fotografías de A. Fíguls).

Below (A) Location of the Vall Salina (map O. Weller). Above (B) Distribution of Middle Neolithic sites in Catalonia (map O. Weller and A. Fíguls). In the lower portion, three “Solsonià” tombs. From left to right: Santa Constança 1 (Clariana de Cardener), Santa Constança 2 (Clariana de Cardener) and Cal Rajolí (Olius) (Photos A. Fíguls).

muy peculiar fruto de la acción natural y antrópica (viñedos, minería...). La solubilidad de los materiales es el causante de la extraordinaria transformación del paisaje, tanto de la Muntanya de Sal como del valle. Dicha transformación viene dada, por un lado, por la erosión superficial (favorecida por la solubilidad), quedando la arcilla como residuo, formando un sombrero por encima de las formaciones salinas (*cap rock* o *seal rock* en la terminología geológica). Por otro lado, hay una erosión subterránea, con la

formación de cavidades, que al hundirse forman dolinas (*bofias* en la jerga local). Estas dos circunstancias (la superficial y subterránea) han contribuido a la continua transformación del paisaje a lo largo del Cuaternario, de los tiempos históricos o de los mismos tiempos actuales.

Desde el punto de vista morfológico, el Salí¹ presenta cierta complejidad, ya que se trata de dos valles separados, el valle norte (o de los Fangassos) y el valle sur. Los dos quedan separados longitudinalmente



Figura 2. “Vall Salina” de Cardona. El cerro de Sant Onofre divide el valle en dos. Al fondo, se pueden observar los afloramientos salinos de la Serra de la Sal (fotografía de A. Fíguls).

“Vall Salina” of Cardona. Saint Onofre’s hill divides the valley in two. The salt outcrops of the Serra de la Sal are visible in the background (Photo A. Fíguls).

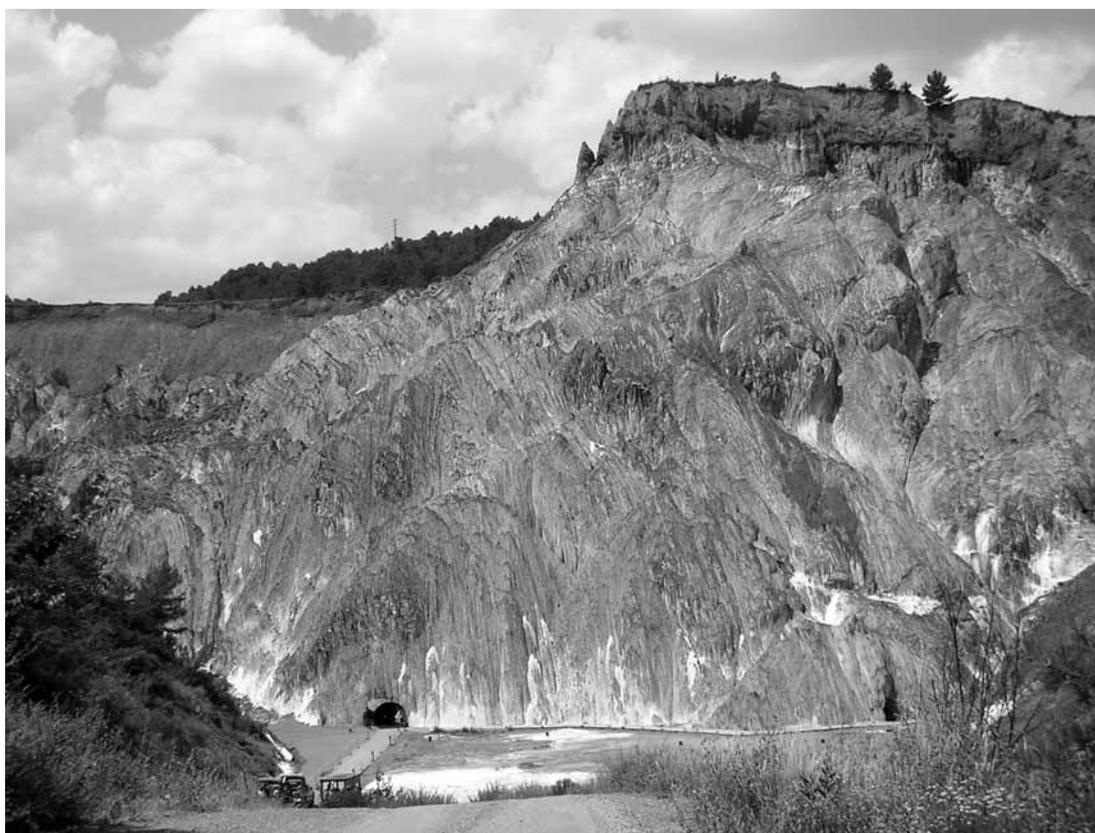


Figura 3. “Muntanya de Sal” (fotografía de A. Fíguls).

“Muntanya de Sal” [“The Salt Mountain”] (Photo A. Fíguls).

por el cerro de Sant Onofre (Cardona y Viver 2002). Entre las pendientes pronunciadas de la Serra de la Sal entre los afloramientos de sal gema aparecen materiales de industria lítica pulida.

¿Qué utilidad tuvieron estas herramientas de piedra pulida? ¿Sobre qué materia prima fueron confeccionadas? ¿Dónde se localiza o localizan el taller o los talleres donde se elaboraron? ¿Dónde se encuentran las canteras en las cuales se explotó la materia prima?

Agustín Marín, ingeniero de minas, fue el primero en dar a conocer estos hallazgos y a plantearse su utilidad (Marín 1933). Posteriormente, otro ingeniero, López de Azcona, afrontó el tema profundizando en cuestiones como la materia prima, su procedencia o sobre la comunidad neolítica minera que explotaba la halita cardonense (López de Azcona 1933).

El estudio tipológico de las herramientas llevó a los dos ingenieros a afirmar que la actividad minera se inició en el Neolítico. Concretamente, Marín lo situaba sobre el 5.000 a.C. (Marín 1933:11). López de Azcona consideró que estos útiles, confeccionados sobre una roca de color verde negruzco, eran de ofita procedente del Pirineo (López de Azcona 1933:64). Para este ingeniero, estas herramientas evidenciaban una importante actividad minera en el valle.

Desde la década de 1930 hasta la de 1980 no hubo ningún interés por el tema de la explotación de la sal. A pesar de la secuencia de más de 6.000 años de historia, la Vall Salina no suscitó el interés de la arqueología durante muchos años, y esto explica que las colecciones más interesantes de industria lítica pulida estén en manos de mineros, agricultores y aficionados.

El interés arqueológico por el Salí se recupera a finales de los años 80 (Fíguls 1989, 1990), donde hubo un primer intento por reemprender los trabajos iniciados por Marín y López de Azcona. A mediados de los 90, a partir del estudio de la industria lítica pulida local, se emprenden nuevos trabajos con el objetivo de concretar las evidencias de la posible explotación de la halita de Cardona durante el Neolítico (Aranda y Suñé 2007; Bonache 2007; Fíguls y Bonache 1997). Posteriormente se desarrollaron prospecciones alrededor del valle (Fíguls 2004b) y trabajos más amplios centrados en el Neolítico medio del interior de Cataluña (Solsonià) (Figura 1B) y su relación con la sal de Cardona (Weller 2002). Estos últimos años, investigadores

del Institut de Recerques Envers la Cultura (IREC) y de la Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie, del CNRS de Francia han llevado a cabo trabajos conjuntos en la zona, concretándose dos proyectos² de investigación relacionados con la explotación de la sal gema (halita, NaCl) de la Vall Salina de Cardona. En estos proyectos se pretende estudiar la importancia que adquirió la sal, no solamente como un bien de consumo, sino como un valor de cambio, un útil-valor.

Breve Introducción al Neolítico Medio en Cataluña

El Neolítico medio en Cataluña (4.500-3.500 BC) se caracteriza por la consolidación de una base económica fundamentalmente agropecuaria, la explotación de materias primas concretas con carácter no estrictamente subsistencial (variscita, ciertas rocas metamórficas para la manufactura de objetos pulimentados, conchas para adorno), la importación de materias erógenas (sílex melado y, excepcionalmente, obsidiana) y la organización de espacios sepulcrales específicos (Terradas y Gibaja 2002).

A pesar que el registro material de los yacimientos catalanes de este período presentan una unidad aparente, se han diferenciado tres Grupos, según la organización de los espacios funerarios, los ecosistemas explotados y por las estrategias económicas desarrolladas sobre los recursos ofrecidos por dichos ecosistemas (Martín y Tarrús 1995). El primer grupo, el *Empordanès*, asociado a sepulcros de corredor, se encuentra situado al nordeste de Cataluña, en la comarca del Empordà. El segundo grupo, el *Vallesià*, con enterramientos en fosa, se sitúa desde la Cordillera Litoral hacia la Depresión Prelitoral, ocupando buena parte de esta. Por último, el que nos interesa para este trabajo, el *Solsonià*, está asociado a pequeños megalitos que se encuentran aislados o bien en agrupaciones (Cardona et al. 1996; Castany 1992, 2009; Fíguls 1990; Muñoz 1965; Serra Vilaró 1927), se localizan en la Depresión Central Catalana, Prepirineo y Pirineo andorrano. Se considera que son grupos de poblamiento disperso concentrados, básicamente, en dos áreas (cuenca hidrográfica del Cardener y cuenca media y alta del Segre) (Castany 2009:702, 795). Presentan un patrón de asentamiento poblacional entre los yacimientos que se encuentran a un día de marcha del valle salado y los que se concentran en

la cuenca media del río Segre y en menor densidad en su cuenca alta, donde se tiene documentada la presencia de yacimientos con evidencias de producción de industria lítica pulimentada.

La imagen que se ha dado tradicionalmente al *Solsonià* es de un grupo básicamente pastoril, que completaría su economía de subsistencia con la agricultura o con una actividad cazadora muy importante, como lo sugiere la presencia de hojas y geométricos de sílex e industria ósea (Castany 2009:13) y los abundantes colmillos de jabalí en las ornamentaciones de los inhumados (Cura Morera 1976). En realidad, pensamos que la agricultura no jugó un rol menor en su economía de subsistencia, más bien consideramos que el estudio, que solo consideró las sepulturas, haya podido deformar los resultados. Para justificar nuestra afirmación tomamos como referencia los yacimientos de La Roqueta (Cardona) y de la Feixa del Moro (Juberri, Andorra). El primero se encuentra a 5 km de la Vall Salina y correspondería a un hábitat del Neolítico medio, en donde tenemos documentados 29 molinos tipo vaivén, 21 molinos barquiformes y 3 manos de molino (Llovera 1986:24). En el caso de la Roqueta los molinos representan el 37% de la industria lítica pulida, y para la Feixa del Moro es del 54%. Es decir, estos elementos asociados a la actividad agrícola, que sólo aparecen en tres sepulcros, tienen un peso sustancial en las muestras de los dos hábitats.

Estas sepulturas presentan a veces un rico ajuar de prestigio (Cardona et al. 1996), donde destacan las perlas de variscita, los brazaletes de concha marina y herramientas de sílex melado; todos ellos elementos exógenos procedentes de medianas y largas distancias.

Observamos que las comunidades del Neolítico medio catalán desarrollan la explotación de determinados recursos naturales no alimenticios, a los cuales tienen acceso y dominan, mediante la especialización, o una gran inversión colectiva. La transformación y/o darle forma a estas materias primas genera un valor añadido en el bien económico final de manera muy significativa, tanto para la propia comunidad, como para las otras del Grupo del *Solsonià* o extrarregional. Por un lado, hay una importante circulación de industria lítica pulida de rocas metamórficas y una explotación intensiva destinada a la producción de objetos de prestigio y a su intercambio, como lo ilustra la compleja minería de Gavà, que se centra en la fabricación de perlas

de variscita (Adserias e Izquierdo 1991; Bosch y Borrell 2010, Bosch y Estrada 1994; Villalba, Bañolas et al. 1986; Villalba Edo y Blasco 1998).

Si observamos el mapa de distribución de los yacimientos del Neolítico medio en Catalunya respecto de los afloramientos de rocas intrusivas como hercinianas, ofitas, rocas de metamorfismo regional herciniano en pelitas y de rocas de metamorfismo de contacto herciniano, vemos que las comunidades del *Solsonià* se encuentran alejadas de estos recursos naturales, a excepción de los yacimientos andorranos. Destaca, en esta distribución, la Vall Salina de Cardona. Así pues, ¿no podría ser posible que la extracción de la sal de Cardona jugara un papel importante en el desarrollo económico y social de las comunidades del *Solsonià*? ¿Los fenómenos de agrupaciones de asentamientos humanos y de concentraciones de mobiliario específico localizados en esta región no constituyen los indicios de un valor concreto y propio sólo concedido por la sal para este grupo neolítico? Para responder a estas preguntas y orientar nuestra investigación, hemos estudiado no solamente los testimonios directos de la explotación de este afloramiento de sal con el fin de documentar los procesos técnicos y los contextos sociales de producción (Fíguls y Weller 2008; Weller y Fíguls 2008), sino también el papel socioeconómico de la sal y su importancia en los mecanismos de intercambios de estas comunidades agropastoriles.

La Industria Lítica Pulida de la Vall Salina

Se han analizado 225 piezas de 12 colecciones de utillaje de piedra pulida documentada en la Vall Salina (Figura 4). Ocho de estas son colecciones privadas, dos colecciones públicas (Museu de Sal Josep Arnau y Fondo del Patronat Municipal de Museu de Cardona) y las dos últimas corresponden a las campañas del 2007 y 2008. Simultáneamente se han estudiado cinco colecciones del ámbito del *Solsonià* (Museu Diocesà i Comarcal de Solsona y colecciones particulares) y se ha iniciado el estudio de la industria lítica pulimentada del Grupo neolítico del Vallesià, contemporáneo del *Solsonià*, depositada en el Museu d'Història de Sabadell.

Las diferentes categorías que hemos establecido no están basadas solamente por la morfología de la pieza, sino por el trabajo que ha desarrollado. Consideramos que son las huellas de uso las que determinan su utilidad.

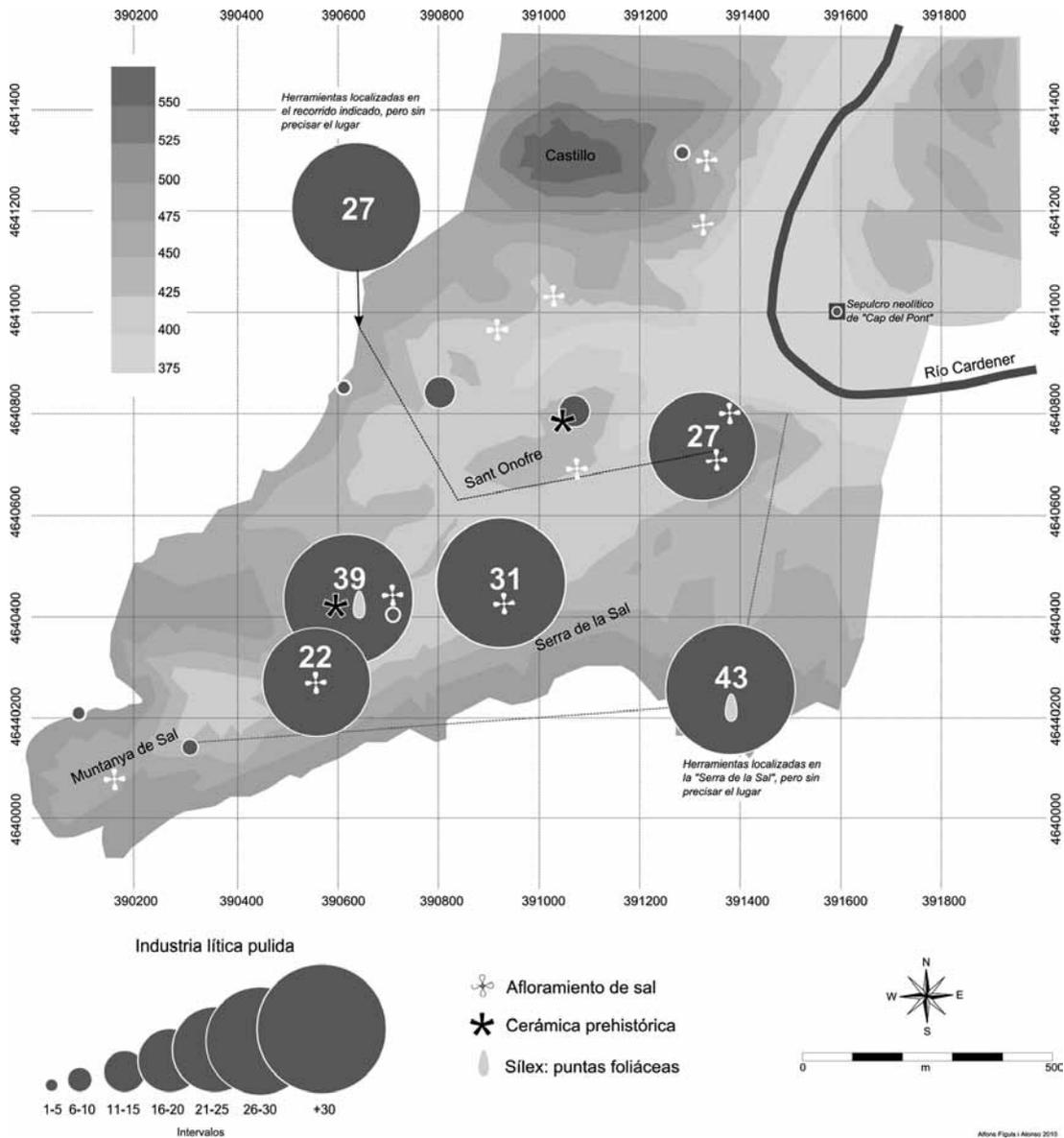


Figura 4. Mapa de la densidad de la industria lítica en la “Vall Salina” (dibujado por A. Fíguls).
 Map of the density of the lithic industry in the Vall Salina (drawing A. Fíguls).

Nuestro objetivo se centra en evaluar el efecto de desgaste o rotura que presentan las piezas líticas documentadas en la Vall Salina (Fíguls y Weller 2008). Nuestra hipótesis es que estas herramientas fueron utilizadas en trabajos de minería, ya que las fracturas y las macrohuellas que presentan pueden ser interpretadas a partir de una percusión sobre un material duro. Es decir, la colisión de dos materiales, uno estático –la sal– y otro dinámico –la herramienta de extracción–, donde el primero tiene una capacidad

de resistencia muy grande y la fuerza de reacción es capaz de deteriorar la superficie o romper la pieza.

Hemos basado nuestro trabajo en dos directrices: una relacionada con el índice proporcional a la dureza donde percutían, y la otra con la energía cinética, es decir, los efectos del trabajo y la densidad donde percutían los útiles. En definitiva, las trazas de uso de las herramientas son un reflejo sobre el material que han percutido. El estudio de la dinámica de las piezas líticas se ha complementado con prácticas de



Figura 5. Herramientas mineras de extracción. Se pueden observar, en las hachas reutilizadas, las fracturas y desgastes producidos en los trabajos mineros (fotografía de A. Fíguls).

Mining extraction tools. The breaks and signs of wear produced during mining can be seen in the reused axes (Photo A. Fíguls).

arqueología experimental y el soporte estadístico-matemático (clústeres, ratios...). Los análisis han determinado las siguientes categorías:

(a) Herramientas mineras de extracción (Figura 5)

Representan el 80% de las herramientas estudiadas de la Vall Salina, correspondiendo mayormente a herramientas reutilizadas (completa o fragmentada). La tipología de estas piezas corresponde a hachas, azuelas, cinceles o picos mineros, los cuales presentan un índice proporcional a la dureza donde percuten, eficaz para llevar a cabo el trabajo de cortar o desbastar la sal gema. La percusión de estas herramientas sobre los afloramientos de halita permitían ir desgastando progresivamente el mineral de sal hasta conseguir un bloque. Estas herramientas presentan fracturas y desgastes particulares. Por un lado, se observa que el filo es espeso y tiende a deformaciones redondeadas. Hemos incluido en esta categoría los fragmentos desprendidos por el choque de estos utensilios mineros con la sal. Todas estas lascas corresponden a trozos de una sola cara y filo. A medida que hemos avanzado en el análisis de las huellas macroscópicas de uso hemos observado multitud de ellas como consecuencia de la composición mineralógica, la formación estructural, la fatiga del material, etc., pero todas ellas están relacionadas con los trabajos de extracción o percusión (Figura 6). Podemos destacar entonces:

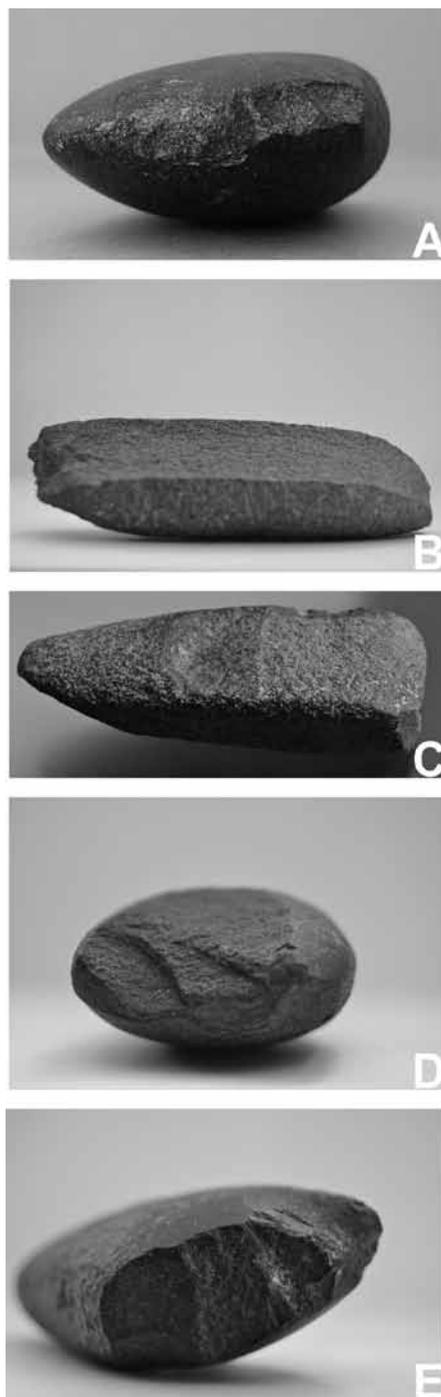


Figura 6. Muestra de las macrohuellas en herramientas de extracción. (A) Desconchados de forma lenticular. (B) Gran desconchado que ocupa toda la pieza. (C) Gran desconchado que abarca unas dos terceras partes de la pieza. (D) Desconchado en forma de escalera. (E) Rotura en bloque (fotografías de A. Fíguls).
Sample of macromarks on extraction tools. (A) Lenticular shape mark. (B) Large mark that covers the entire piece. (C) Large mark occupying two-thirds of the piece. (D) Stair shaped mark. (E) Break (Photo A. Fíguls).

- Los desconchados de forma lenticular pueden abarcar una considerable superficie de la superficie pulida del filo.
 - Un gran desconchado que abarca unas dos terceras partes de la pieza, o incluso toda la pieza. Es la fuerza de reacción que genera el trabajo que rompe la piedra. Hay una fuerza que es frenada bruscamente por la sal-roca por lo que se producen estas macrohuellas de uso. Es una rotura limpia, plana o ligeramente convexa y paralela al eje transversal, con los bordes en forma de media caña en ángulo obtuso.
 - Superficies activas donde hay una adición de diversos desconchados que acaban formando uno solo. La rotura no es limpia, tiene forma cóncava acabada en ángulo agudo por insertarse por debajo del desconchado superior (forma de escalera).
 - Roturas en bloque con formas diversas, pueden concentrarse tanto en una cara como en la otra.
- Todas estas herramientas han sido documentadas en afloramientos salinos, antiguas canteras, de la Vall Seca-Riera Salada (Figura 7).

(b) Herramientas mineras para transformar o labrar el mineral (Figura 8)

Representan el 6% de la muestra y el 50% de estas son reutilizadas. Las huellas de uso de la zona activa son microrrupturas bastante uniformes y homogéneas, resultado de la percusión directa producida por el trabajo de desmenuzar, triturar o dar forma a los bloques amorfos extraídos. No se aprecian señales de enmangamiento. Entre la muestra hay tres piezas que corresponden a una herramienta polifuncional que ha sido utilizada, en las zonas distales, en labores mineras de desmenuce de los bloques de halita, mientras que las caras del cuerpo del útil se empleó en trabajos de percusión indirecta.

(c) Herramientas para trabajos de deforestación y madera

El 7% de la muestra corresponde a útiles destinados a trabajar sobre una superficie relativamente dura, pero deformable. Es muy significativo



Figura 7. Afloramiento salino de la “Serra de la Sal” donde se documentan hachas pulidas reutilizadas, lascas de la industria pulida y molinos de vaivén (fotografía de A. Fíguls).

Saline outcrop of the “Serra de la Sal” where reused polished axes, polished industry stone chips, and mills are documented (Photo A. Fíguls).



Figura 8. Pilón reutilizado (fotografía de A. Fíguls).
Reused pillar (Photo A. Fíguls).

el porcentaje tan bajo respecto al conjunto, esto hace presuponer que no hubo un interés especial por desforestar la zona, pero sí para confeccionar elementos de madera relacionados con la minería o con la estancia de los explotadores (combustible, refugios...). La muestra está formada por diez hachas de más de 8 cm de longitud, cinco hachas pequeñas que no sobrepasan los 8 cm de longitud y un fragmento de cincel, probablemente de tipo Lagor (Pétrequin et al. 2007). Este fragmento presenta signos claros de reaprovechamiento. Se retocó su rotura para aminorar la arista dándole una forma redondeada para facilitar su posible empuje.

(d) Herramientas de percusión

Tan solo representan el 4% de la muestra. No presentan señales de empuje. Se observan trazas de uso por percusión directa (desconchado de forma lenticular y fractura regular) y percusión indirecta (hendiduras irregulares producidas por las microrupturas de los golpes).

(e) Herramientas para la molienda

Representan el 2% de la muestra analizada. La tipología corresponde a molinos de vaivén. La variedad de materia prima utilizada provoca que no haya uniformidad en la granulometría, ni en la rugosidad de las caras activas.

No todo este material, metamórfico o ígneo, llegó a Cardona como un bien final, y existe además una importante reutilización dentro de las herramientas mineras. Entre las colecciones hay dos esbozos de hacha y dos martellinas.

La Minería Neolítica de la Sal Gema de la Vall Salina

Debido a la ausencia de evidencias de galerías mineras, el estudio de las herramientas y por las prácticas experimentales realizadas, creemos que la extracción de sal era a cielo abierto mediante terrazas de explotación. Es un método que no supone grandes dificultades y el esfuerzo es menor. Este sistema implicaría que antes de abrir los cortes para extraer la sal, fueran necesarios unos trabajos preparatorios consistentes en quitar la cubierta que cubría la sal. Pero, en ningún caso, se requiere un gran esfuerzo, como lo han demostrado estas prácticas experimentales desarrolladas en 1986 y 2006 (Fíguls 1990; Fíguls et al. 2007; Fíguls y Weller 2008). El trabajo de una azada para sacar el sedimento que cubre la sal es poco complicado y supone poco desgaste. En cambio, a pesar del índice de dureza (2-2,5), la perfecta exfoliación y la densidad (2,1 a 2,2, pura 2,165) de la sal gema, es necesario aplicar una gran fuerza para que arranque el mineral. Para la práctica experimental, del año 2006, se partió del supuesto de que no hubo herramientas especializadas en la explotación minera de la Vall Salina durante el Neolítico Medio. El instrumental utilizado en la extracción de sal ha sido el mismo que se utilizó en 1989 y 1991 en el proyecto Sant Ponç-Arqueología Experimental (Fíguls 1997). En estas herramientas, una vez acabada la experiencia, se observaron macrotrazas idénticas a las que se tienen documentadas entre las colecciones estudiadas procedentes de la Vall Salina.

El motivo por el que se ha considerado recuperar el instrumental del proyecto Sant Ponç es con una doble finalidad: por un lado, estos utensilios están reutilizados, es decir, no son herramientas primarias, sino que se les dio una nueva utilidad. Por otra parte, se pretende demostrar que cualquier material lítico es eficaz en la extracción de mineral.

Con los datos de que se dispone se puede afirmar que hay una clara intencionalidad de explotar estos recursos que, en ningún caso, responde a un aprovechamiento puntual. Es esta intencionalidad en el proceso que añadiría valor a la sal, es decir,

se le otorga más utilidad de la que tenía antes de someterse a cualquier transformación. Es improbable que esta sal fuera transformada en el valle, sino más bien fue distribuida en bloques, sin forma calibrada, y trasmutada fuera del valle, dentro de un radio en torno a los 25 km alrededor de los afloramientos de sal de Cardona donde el utillaje minero es, en gran mayoría, de elaboración y no de extracción (Weller et al. 2007a).

El utillaje para triturar son pilones y percutores-pilones que presentan unas formas y superficies activas con características para romper y moler la sal por percusión y no por fricción. Su finalidad era triturar y también, probablemente, dar forma a los bloques amorfos extraídos del valle.

Si se amplía la muestra de la industria lítica pulida, incluyendo la estudiada en todo el ámbito del Solsonià (muestra estudiada: 500 efectivos) y, por otra parte, se discriminan los molinos de los datos estadísticos (Weller et al. 2007b), observamos que hay dos categorías que destacan de las otras cuatro restantes. Las herramientas de percusión no cortante (pilones, percutores-pilones, bolas y percutores) representan el 41% de la muestra y las herramientas de extracción minera representan el 31%. Hemos aplicado diferentes ratios entre las herramientas cortantes y las herramientas de trituración, y el resultado es que en el Solsonià hay un exceso de pilones y escasez de herramientas cortantes, mientras que en el Valle Salino sucede todo lo contrario. También, cabe destacar la relación entre pilones primarios y reutilizados. Esta relación demuestra la importancia de esta herramienta en los procesos productivos de las comunidades del Solsonià.

Se puede considerar que los bloques brutos extraídos de los afloramientos salinos han sido transportados a los hábitats, como el de La Roqueta, para modelarlos con la ayuda de las manos de mortero. Todo ello se encuentra hasta un día de marcha desde el Vall Salina. Se observa que hay una cadena operativa segmentada en el espacio. Esta cadena recuerda otras producciones neolíticas como las láminas de piedra, donde la extracción, el desbaste y el pulido son actividades a menudo disociadas en el espacio (Pétrequin y Jeunesse 1995).

Origen de la Materia prima de la Industria Lítica Pulida

En el análisis ocular de las herramientas mineras de extracción, de transformación, de tala y

de trabajo con la madera se observa que el 98,6% están confeccionadas en rocas metamórficas: anfíbolitas, esquistos, corneanas, micaesquistos, filitas y metapelitas; y tan solo el 1,4% de las muestras están fabricadas en rocas ígneas (ofita). En cambio, las herramientas de percusión y de molienda están elaboradas en rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas. De estas últimas, queremos destacar la presencia de un molino de vaivén de pórfido del que, por sus grandes dimensiones, descartamos que haya sido fruto de la erosión y transporte fluvial, del río Cardener, procedente de afloramientos situados en el Pirineo.

En toda la Depresión Central Catalana no hay afloramientos de rocas ígneas y de metamórficas. Por lo cual, a excepción del material sedimentario, la procedencia de la materia prima y/o de las hachas, elaboradas o semielaboradas, se situaría en el perímetro del territorio ocupado por las comunidades del Solsonià o fuera de este (Figura 9).

En el primer caso hay documentados 14 yacimientos con evidencias de talla de metamórficas, ocho de los cuales se sitúan en las terrazas del río Segre, donde han aprovechado los guijarros de rocas metamórficas (Maluquer 1979-80; Valdés 1981-82; Risch y Martínez 2008); tres se sitúan a unos 3 km del Segre, otros dos se ubican entre 5 y 7 km del río Segre y a unos 3 y 4 km de la Ribera Salada (Castany et al. 1988), mientras que el último se emplaza en Andorra.

Fuera del contexto del *Solsonià*, observamos que el patrón de distribución de casi todos los yacimientos del *Vallesità* se encuentran a una jornada de afloramientos primarios de rocas metamórficas; es decir, zonas potencialmente susceptibles de ser utilizadas. En el caso del río Tenes (ámbito de la Cordillera Litoral catalana) existen indicios de trabajo de estas rocas (Risch y Martínez, 2008: 49) y se ha documentado un pequeño taller (Risch y Martínez, 2008: 59). En el margen derecho de la riera de Sant Cugat (ámbito de Collserola) hay concentraciones de material susceptible de ser trabajados, con disponibilidad de bloques con formas y tamaños próximos para la elaboración de hachas. Entremedio de estos cantos rodados se ha señalado la presencia de un fragmento de hacha de piedra pulimentada.

Hasta el momento, se han estudiado 22 láminas delgadas (secciones de 30 μ m) correspondientes a siete herramientas, cuatro esbozos del ámbito territorial del Solsonià, y a 11 muestras de campo para determinar la petrografía y, si es posible, su área

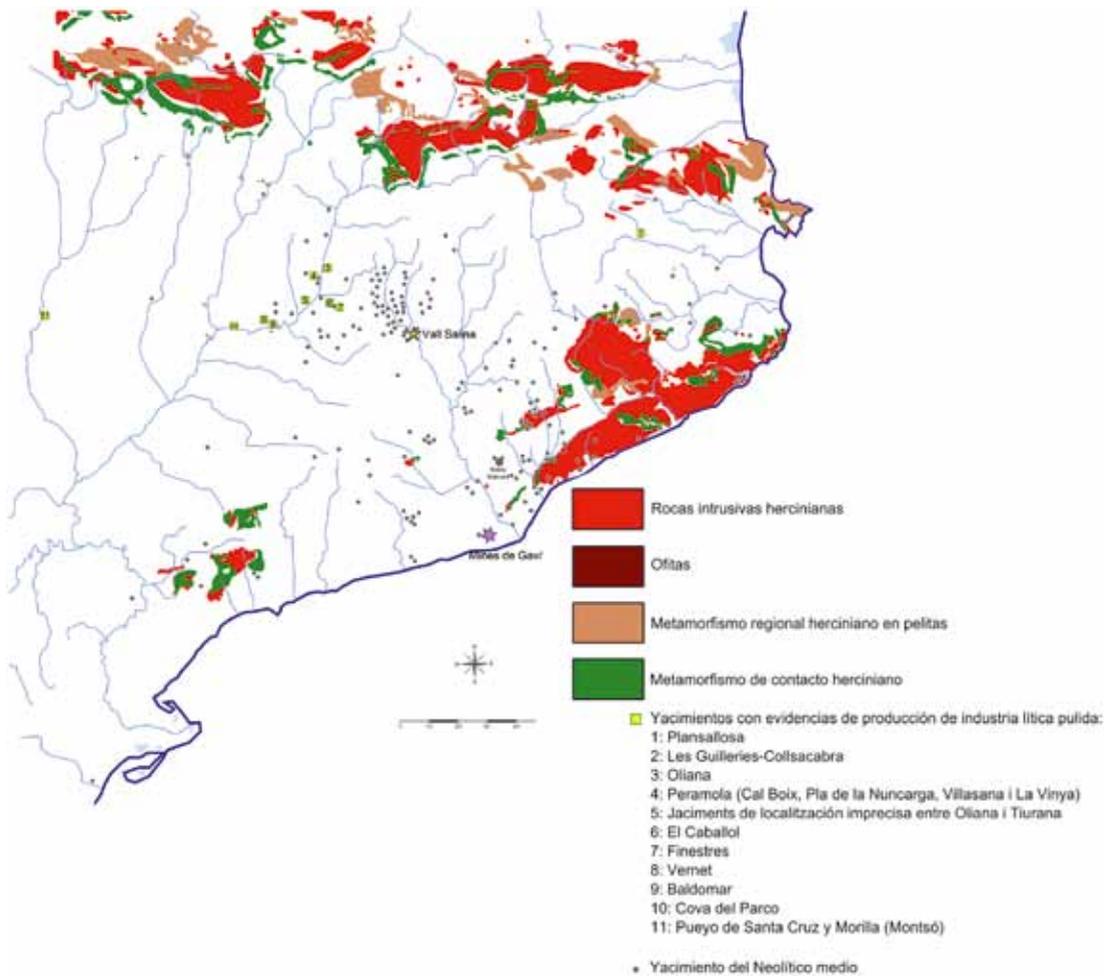


Figura 9. Mapa de distribución de los yacimientos del Neolítico medio en Cataluña respecto de los afloramientos de rocas intrusivas hercínianas, ofitas, rocas de metamorfismo regional hercíniano en pelitas y de rocas de metamorfismo de contacto hercíniano, y de yacimientos con evidencias de talla de hachas pulidas (elaborado a partir de datos propios y de AA.VV. (2010). *Atles geològic de Catalunya, IGC-ICC*; Cardona, Ramon et al. (1996). *Estratègies d'intercanvi i societat a la Catalunya interior durant el neolític mig: El Solsonià, I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica*, p. 537-548; Risch, Roberto-Martínez, Francisco (2008). *Dimensiones naturales y sociales de la producción de hachas de piedra en el noroeste de la Península Ibérica. Trabajos de Prehistoria*, 65, p. 47-71; Bosch, A. (1984). *Les destrals polides del nord de Catalunya: tipologia i petrografia. Fonaments. Prehistòria i Món antic als Països Catalans*, p. 221-245; Valdés, Luis G. 1981-1982. *Informe sobre talleres de útiles pulimentados en la comarca de l'Alt Urgell I. Peramola, Pyrenae* 17-18, p. 83-103 i Maluquer de Motes, J. 1979-1980. *Notes de prehistòria catalana: una indústria lítica de la comarca de la Noguera, Pyrenae*, 15-16, p. 251-266. *Map of the distribution of the Middle Neolithic sites in Catalonia relating to intrusive hercynian rocks, ophiolites, hercynian regional metamorphism in pelites and hercynian metamorphism of contact rocks, and sites with evidence of the creation of polished axes. (This map was created from our database and AA.VV. (2010). Atles geològic de Catalunya, IGC-ICC; CARDONA, Ramon et al. (1996). Estratègies d'intercanvi i societat a la Catalunya interior durant el neolític mig: El Solsonià, I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica, p. 537-548; RISCH, Roberto-MARTÍNEZ, Francisco (2008). Dimensiones naturales y sociales de la producción de hachas de piedra en el noroeste de la Península Ibérica. Trabajos de Prehistòria, 65, p. 47-71; BOSCH, A. (1984). Les destrals polides del nord de Catalunya: tipologia i petrografia. Fonaments. Prehistòria i Món antic als Països Catalans, p. 221-245; VALDÉS, Luis G. 1981-1982. Informe sobre talleres de útiles pulimentados en la comarca de l'Alt Urgell I. Peramola, Pyrenae 17-18, p. 83-103 i MALUQUER DE MOTES, J. 1979-1980. Notes de prehistòria Catalana: una indústria lítica de la comarca de la Noguera, Pyrenae, 15-16, p. 251-266).*

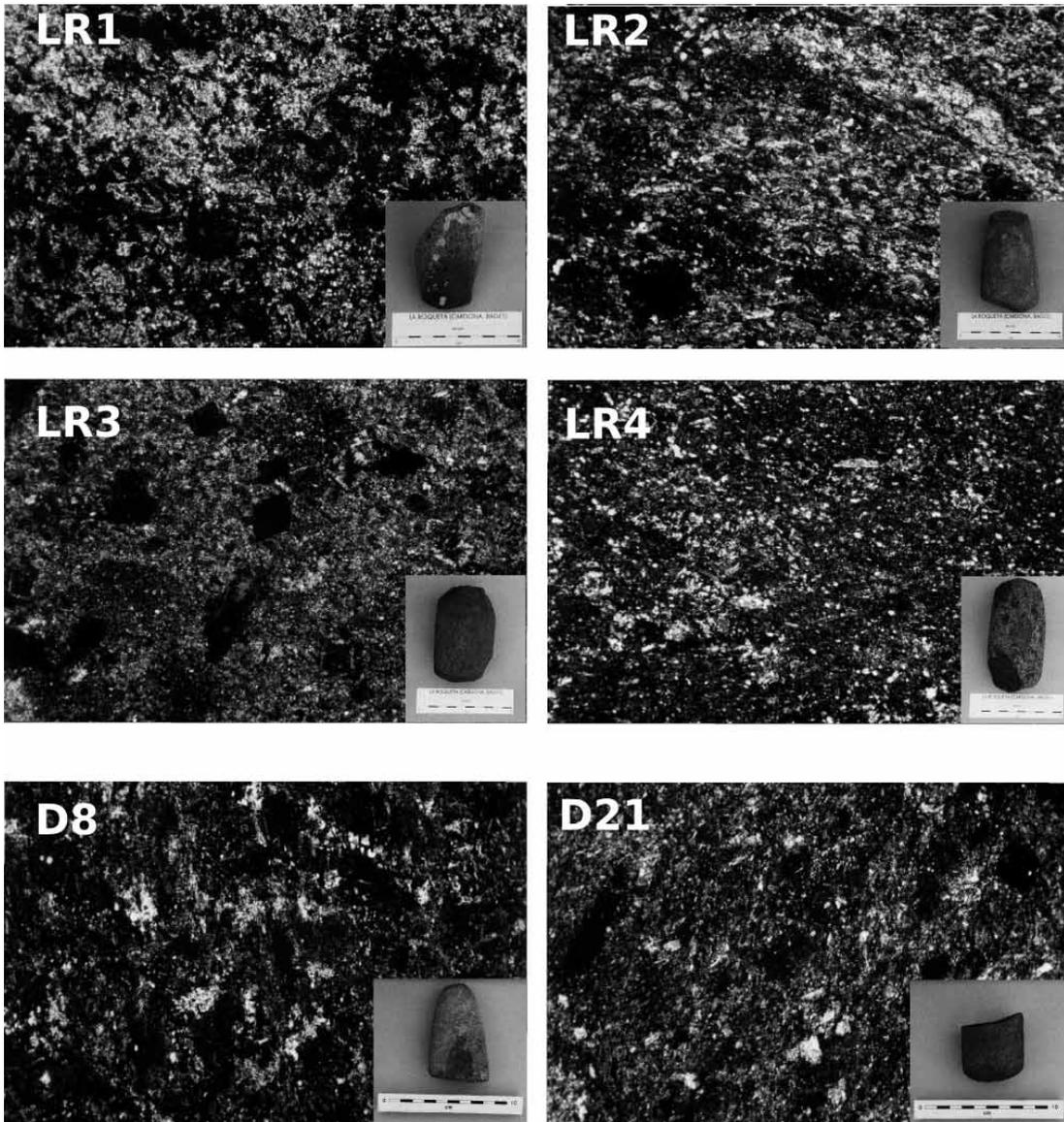


Figura 10. Láminas delgadas de la muestra arqueológica (fotografías de las láminas, J. Sanz y fotografía de las herramientas pulidas, A. Fíguls).

Thin sections from the archaeological samples (Photos of the thin sections J. Sanz; Photos of the polished tools A. Fíguls).

fuelle (Aranda y Suñé 2007; Weller et al. 2007b; Fíguls et al. 2010). Los resultados de la muestra arqueológica son (Figura 10):

- LR1 (Azada, La Roqueta, Cardona): Micaesquisto, roca metapelítica de grado medio con andalucita muy alterada. Hay presencia de cuarzo y minerales opacos (óxidos de hierro).
- LR2 (Talón de una herramienta pulida indeterminada, La Roqueta, Cardona): Micaesquisto con una matriz de cuarzo y presencia de micas, principalmente biotita. Es una roca metamórfica, a pesar que presenta una meteorización bastante avanzada, resultando de la formación de óxidos.
- LR3 (Pilón La Roqueta, Cardona): Metapelita de metamorfismo de contacto. Presencia de andalucita, con megacristales sin foliación alguna, biotita, micas, moscovitas, cordierita y cuarzo. Las piezas LR3, D21 y MDCS1 proceden del mismo entorno geológico.

- LR4 (pilón, La Roqueta, Cardona): Micaesquisto con una matriz de cuarzo, presencia de biotita y micas. Se trata de una roca metamórfica bastante alterada, con minerales opacos al microscopio petrográfico, probablemente óxidos de hierro. Tiene una estructura idéntica a la LR2.
- D8 (Talón de herramienta pulida indeterminada, Fondo del Patronat Municipal de Museus de Cardona): Metapelita de grado medio, con presencia de cristales alargados de aluminosilicatos (andalucita), cuarzo y cloritoides. Es una estructura parecida a la pieza LR1.
- D21 (Pilón, Fondo del Patronat Municipal de Museus de Cardona): Metapelita de contacto con presencia de andalucita (crecimientos desordenados y con meteorización), micas (moscovita, biotita), cordierita y cuarzo. Las piezas D21, LR3 y MDCS1 proceden del mismo entorno geológico.
- MDCS1 (Pilón, Museu Diocesà i Comarcal de Solsona): Corneana con un grado de recristalización notable y sin foliación aparente. La mineralogía consta básicamente de filosilicatos (micas), cuarzo y aluminosilicatos (con secciones cuadrangulares, probablemente de andalucita). Proviene del mismo entorno geológico que las muestras LR3, D21.
- MC1, MC2, MC3 y MC4 (Esbozos, Mas Caballol, Pinell de Solsonès): Metapelíticas con crecimiento de porfiroblasts de andalucita (variedad quistolita). La matriz está compuesta principalmente de cuarzo y biotita en cristales orientados según la foliación. Los cristales de andalucita, en cambio, muestran una disposición no orientada que indica la presencia de un metamorfismo térmico post deformación en la roca.

Los resultados indican que todas las herramientas están confeccionadas en roca metapelítica (roca metamórfica de origen sedimentario de grano muy fino) (Aranda y Suñé 2007; Weller et al. 2007b). Tal como hemos hecho hincapié anteriormente, en toda la Depresión Central Catalana no hay afloramientos de rocas metapelíticas (Figura 9). Este tipo de roca la encontramos en las Cordilleras Prelitoral y Litoral donde son abundantes, destacando sobre todo el área de Collserola, o también en el Montseny. Además, también son abundantes en el Pirineo Axial (por ejemplo, el norte del Ripollès y Alt Urgell-Pallars Sobirà).

El macizo de Collserola forma parte de la Cordillera Litoral, con unas dimensiones de 15 km

de largo por 6 km de ancho. Este macizo separa la depresión del Vallés en el norte y la llanura de Barcelona. Su relieve es asimétrico y ondulado, con una altura máxima de 512 m (cerro del Tibidabo) situado en el centro del macizo. La vertiente barcelonesa de la sierra presenta una pendiente muy pronunciada, mientras que la vertiente vallesana es mucho más suave (Alfás et al. 2008). Collserola forma el extremo sur-oriental de los afloramientos paleozoicos de la Cordillera Litoral, que hacia el NE de Barcelona está principalmente constituida por granitoides, pero Collserola está representada por una amplia variedad de rocas metasedimentarias de edad Paleozoica que continúan hacia el sur hasta hundirse bajo los terrenos mesozoicos del macizo del Garraf. Estos materiales paleozoicos se encuentran afectados por la tectónica polifásica herciniana y por un metamorfismo regional de grado bajo, así como por la intrusión de granitoides. La intrusión de estos granitoides provocó una aureola de metamorfismo de contacto en las pizarras adyacentes que provocó cambios de textura y mineralógicos en las rocas. La manifestación más visible de la existencia de la aureola de contacto es la aparición de una textura moteada en las pizarras, ocasionada por la presencia de cristales de cordierita producidos por metamorfismo de contacto (VV.AA. 1992).

Como ejercicio de comparación, se han tomado muestras de roca y preparado láminas delgadas de diversos puntos de Collserola (en total 10 muestras) y una muestra procedente de la cuenca hidrográfica del Cardener-Aigua d’Ora (1 muestra), que drena materiales del Pirineo en su tramo inicial. Los resultados del estudio petrográfico son:

- LL1A, LL2D, R1 y R2: Corresponden a fragmentos transportados por la riera de Sant Cugat, vertiente norte de Collserola (Cerdanyola del Vallès). Son metapelitas, la naturaleza inicial de estas rocas era un sedimento detrítico formado por arcillas y por cuarzo que ha sufrido un metamorfismo. La particularidad de estas muestras es la presencia de forma macroscópica de manchas ovoides estiradas en dirección a la esquistosa que corresponden a minerales metamórficos pretectónicos (R1). En la muestra R2, estos minerales, probablemente cordierita, presentan una relación sintectónica con la deformación. El estudio comparativo de estas dos últimas muestras las asociamos con las piezas LR3 (pilón del yacimiento de la Roqueta, Cardona),

- la D21 (pilón del yacimiento de la Vall Salina, Cardona) y la MDCS1 (pilón del Museu Diocesà i Comarcal de Solsona, ámbito del Solsonià).
- C1, C2 y C3 (Collserola): Son muestras de metacuarcitas (formadas sobre todo por cuarzo) con cantidades minoritarias de plagioclasa (variedad de feldespato) y de mica blanca. Son rocas metamórficas producto de la recristalización de sedimentos de composición grauváquica.
 - RSC1 y RSC2: Son muestras procedentes de afloramientos primarios situados en la orilla de la riera de Sant Cugat (Cerdanyola del Vallès). Estas muestras corresponden a cuarcitas. Se observan la presencia de feldespato y micas, como también oxidaciones superficiales.
 - CDN1 (Guijarro de la cuenca Cardener-Aigua d’Ora): Presencia de cuarzo y cordierita. Tiene una estructura similar a las herramientas documentadas en la Vall Salina de Cardona. Hay un estudio en marcha que tiene como finalidad prospectar los dos ríos desde Cardona hacia el curso superior para poder valorar la importancia de la erosión y el transporte fluvial de materiales metamórficos procedentes de afloramientos situados en el Pirineo. A partir de estos datos se podrá determinar si los sedimentos aluviales y fluviales de edad Cuaternaria de los lechos de los ríos a la Depresión Central Catalana pueden representar una fuente significativa de material para la producción de útiles líticos pulidos.

Hasta ahora, hemos identificado, en el ámbito del Solsonià, la presencia, más puntual, de otros tipos de roca, como la ofita, el mármol, la jadeíta y la onfacitita.

Valoraciones de los Resultados Petrográficos

Tal como hemos remarcado, en toda la Depresión Central Catalana, no hay afloramientos primarios de rocas metapelitas (Fíguls et al. 2010) (Figura 9). Es en las Cordilleras Prelitoral y Litoral situadas al nordeste del río Llobregat donde son abundantes, destacando las áreas de Collserola o en el Montseny. También encontramos en la zona axial pirenaica, Sierra de Padres (Risch y Martínez 2008:50) y las Guilleries (Bosch 1984:238), afloramientos que se deberán estudiar en el futuro.

Pese a la presencia de rocas metamórficas en los ríos Cardener o Aigua d’Ora, se descarta la posibilidad que fuesen estos los principales

portadores de materia prima debido a la erosión de los afloramientos situados al norte del área de estudio. No obstante, se ha ampliado la investigación para determinar con exactitud el rol de explotación o aprovechamiento de estos guijarros.

A partir de los resultados petrográficos, es muy probable que el área-fuente de una considerable parte de la industria lítica pulida del Solsonià y, por consiguiente, de la Vall Salina sea de los talleres del Segre y de Collserola. Esta sierra, en la vertiente sur, donde se encuentra la zona de contacto entre la cobertura paleozoica y el batolito de granitoides, también parece proporcionar el material minero necesario para la explotación de variscita de las minas neolíticas contemporáneas de Gavà (Álvarez y Clop 1994 y 1998). Es plausible pensar que las comunidades asentadas en el perímetro de Collserola aprovecharan los recursos líticos que les ofrecía el medio. Es interesante destacar que en la vertiente norte de Collserola, cerca de la riera de Sant Cugat, de donde proceden las muestras de rocas que hemos estudiado, se encuentran situadas las necrópolis de Bòbila Fusteret y Bòbila Sallent (Cerdanyola del Vallès), y la necrópolis de la Bòbila Padró (Ripoll). En estas necrópolis se documentó la presencia de elementos exógenos del Vallés, tales como el sílex melado, la obsidiana, hachas de piedra verde y perlas de variscita (Muñoz 1965). La hipótesis que planteamos en nuestro trabajo, a partir de los datos obtenidos, apunta a que las comunidades asentadas en el perímetro de la Depresión Central Catalana suministraron material lítico como producto final (hachas o azadas), o bien como esbozos, hacia el interior de Cataluña. Destacamos el papel de las comunidades del Vallesià distribuidas en torno a Collserola, que no tan sólo aprovecharon este recurso para la elaboración de herramientas líticas pulimentadas para un consumo interno, sino que las distribuían hacia el norte, al Solsonià. Así lo confirma el estudio iniciado en el Museu d’Història de Sabadell, en donde se apunta que muy probablemente los dos cinceles tipo Lagor (Pétrequin et al. 2007) de la Bòbila Padró están elaborados en roca metamórfica de Collserola, tal como ya afirmaron Ripoll y Llongueras (1967:250).

Descartamos que todas las aportaciones sean de rocas de tipo ofítico (rocas subvolcánicas de edad Triásica superior-Jurásico inferior) como apuntaba López de Azcona (1933). Sin embargo, cabe señalar que el fragmento de talón documentado en el interior del sepulcro de Palà de Coma 1, en

la excavación de 1996, corresponde a una herramienta confeccionada sobre un guijarro de ofita (Fíguls 2004a) y, evidentemente, proviene del río Cardener, el cual erosiona diversos puntos donde hay conglomerados que contienen litoclastos de estas rocas subvolcánicas (Aranda y Suñé 2007). También, entre las muestras de la Vall Salina, hay tres herramientas elaboradas sobre ofita. Así pues, se debe ampliar la investigación para localizar más áreas-fuente, tanto primarias (canteras) como secundarias (aportaciones fluviales) (Maluquer 1979-80; Risch y Martínez 2008; Valdés 1981-82).

Pensamos que hay una selección premeditada. Por ejemplo, en la ribera de la riera de Sant Cugat (ámbito de Collserola), hemos documentado afloramientos primarios de cuarcitas (roca metamórfica), los cuales no fueron explotados, y en Artesa de Segre (ámbito del río Segre) hay un importante afloramiento primario de ofitas pero, en cambio, las herramientas de ofita documentadas corresponden a guijarros de río trabajados.

Reflexiones y Valoraciones en torno a la Sal y los Flujos de Intercambios durante el Neolítico medio

Las prácticas experimentales de explotación minera realizadas en el *Salí* han dejado muy claro que la sal tiene una fuerza de cohesión relativamente grande. Debido a ello, la fuerza de reacción que es capaz de ejercer sobre una herramienta que percute en ella puede producir la rotura del material percutor o bien infligir cierta fatiga que haga que esta se rompa o sufra un gran deterioramiento en pocos ciclos o usos. Esto explicaría, por un lado, la aparición de un número muy elevado de talones y cuerpos de piezas pulidas y, por otro, las macrohuellas observadas y analizadas.

Partimos del supuesto que cualquier herramienta lítica pulida cortante puede ser utilizada eficazmente para arrancar, desbastar o cortar la halita; así, no creemos que haya útiles especializados en la extracción de la sal. Desde los análisis de las piezas y la corroboración con las prácticas experimentales y por métodos estadísticos, podemos afirmar que cualquier hacha, azuela y/o cincel podía ser una herramienta válida para extraer sal.

Hubo una reutilización de este instrumental, ya que no hubo necesidad de especializar el utillaje. Seguramente se sustituyó la función primaria por la cual fue elaborada la herramienta

por otra relacionada con el trabajo minero de la sal (función secundaria). Esta reutilización o reconversión de este bien de capital estaría relacionada con trabajos mineros en la Vall Salina, no reduciéndose por ello el rendimiento del trabajo, a pesar de ser piezas relativamente pequeñas. La mecánica de las piezas puede conseguir, gracias al mango, una energía eficaz en el momento de percudir sobre el mineral, tal como hemos contrastado experimentalmente.

Creemos que el método de explotación desarrollado en el *Salí* sería el sistema de bancales o terrazas, permitiendo combinar los recursos disponibles con unos costes mínimos. Para poder arrancar la sal era necesario sacar el sedimento que la cubría. Este tiene una potencia muy variable, que oscila entre escasos centímetros a nueve metros. Una vez limpio el terreno se podía proceder a la extracción del mineral, pero para facilitar el trabajo es necesario mantener las terrazas en producción, a pesar de ir cortando o arrancando sal, la acción diapírica hace que suba. Así pues, los materiales arqueológicos estudiados y su distribución en el *Salí* evidencian una importante actividad minera a cielo abierto. Además, no creemos que esta sal arrancada fuese transformada en el valle, sino más bien fue distribuida en bloques, con formas y pesos más o menos equivalentes.

La presencia de gran cantidad de material exógeno procedente de un ámbito suprarregional nos hace pensar que la sal tiene una utilidad y un valor suplementario, que no sólo puede responder a una explotación minera relacionada con la ganadería local o microrregional, sino que va más allá de este uso. En este sentido, podemos pensar que se debe a una combinación de factores sociales y económicos por haber utilizado herramientas elaboradas fuera del área del Solsonià, cuando podían haber transformado otras materias primas también en útiles eficaces (los guijarros del río, por ejemplo), tal como demostramos en la práctica experimental. Así pues, para satisfacer la necesidad de bienes duraderos o de capital, se recurrió a los intercambios, donde la materia prima no llegaría a esta área para la elaboración del utillaje, ya que una parte considerable del utillaje llegaba ya elaborada. El intercambio solo podría ser posible por la existencia de un útil-valor, como puede ser la sal. Probablemente, las hachas de piedra pulida serían llevadas a la región del Solsonià, en principio para otro uso: deforestación, agricultura, trabajar la madera, etc.; y posteriormente fueron utilizadas para la minería.

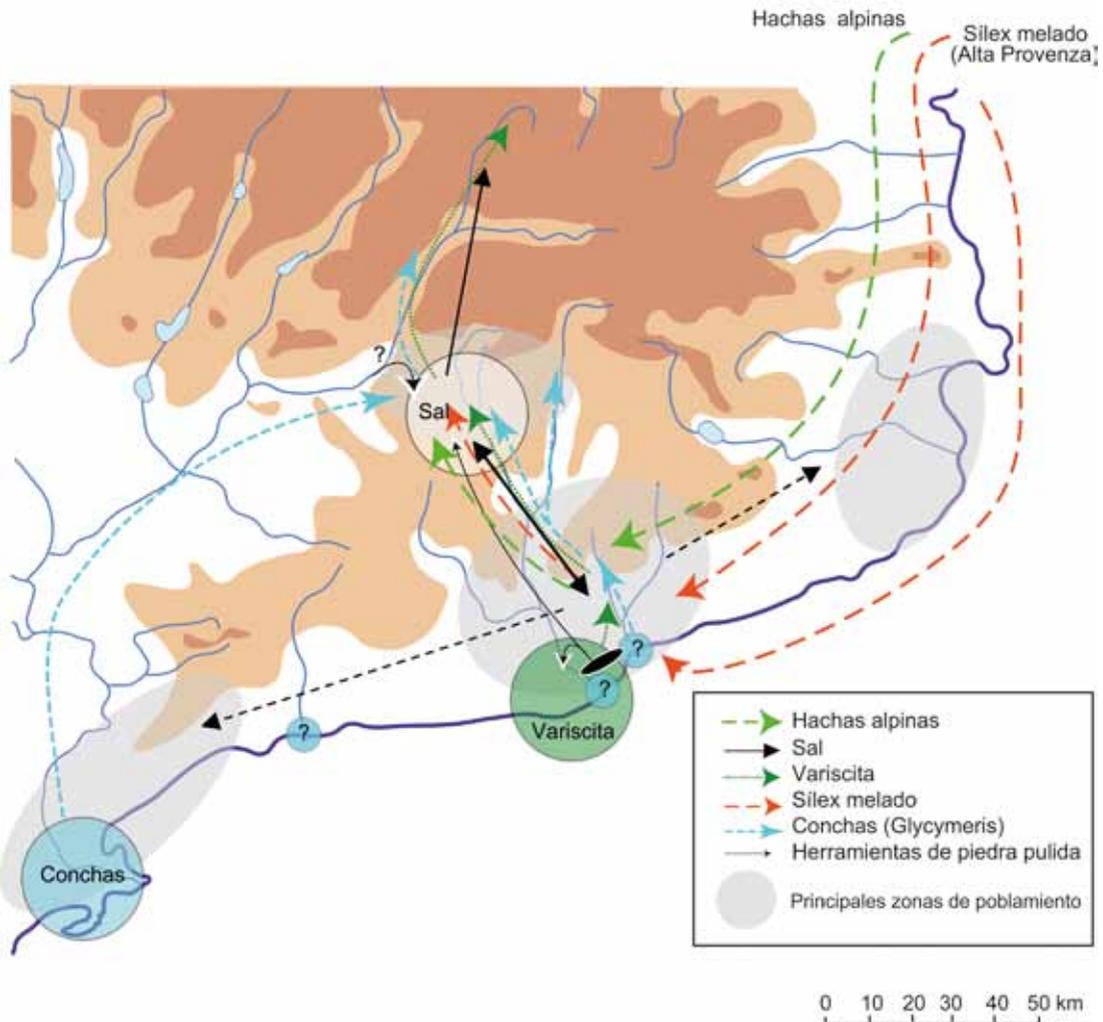


Figura 11. Ensayo sobre las redes de intercambios del Neolítico medio catalán (mapa de Olivier Weller).
Test about the exchange networks of the Catalan Middle Neolithic (map Olivier Weller).

En definitiva, observamos que durante el Neolítico medio (4.500/4.200-3.500 a.C.) se nos dibuja un sistema económico basado en el intercambio y en cierto grado de especialización regional en determinados bienes específicos (sal, cuentas de variscita, hachas en metapelitas, adorno en concha...), sin que ello suponga un abandono de los trabajos relacionados con la subsistencia de las comunidades. Unos intercambios (Figura 11) que contribuyen a ser el dinamizador del desarrollo económico y social (Fíguls et al. 2010; Weller y Fíguls 2008), y que tienen como finalidad, probablemente, regular las tensiones sociales existentes en el interior y entre las comunidades y los Grupos regionales manifestadas por una competición

marcada entre los individuos (Weller y Fíguls 2007). La región productora de sal concentra todos estos bienes de intercambio y funciona como una zona relieve para las otras comunidades de altitud, pero sólo en una muy menor medida el Vallés juega un auténtico papel de redistribuidor. La sal sería una de las contrapartidas posibles de estos intercambios con el Vallés que podría jugar un rol redistribuidor con estos socios de intercambio pero esta vez con la sal. Este modelo de intercambio es evidentemente hipotético en ausencia del producto final, pero también en ausencia de otros bienes percederos como los cereales o el ganado. Sin embargo, sigue siendo cierto que esta primera producción de sal gema europea –una sal, que se sabe que en otros

lugares era un producto codiciado, un valor de cambio divisible e insustituible por ningún otro producto (Weller 2004)– debe integrarse al dinamismo económico y a las redes de intercambio del Neolítico medio, al menos en la escala regional.

Por último, señalar que este estudio sigue su curso, con el objetivo de poder discriminar la industria lítica pulimentada posterior al Neolítico medio, ya que en las diversas campañas realizadas en el Salí se ha podido documentar una explotación casi ininterrumpidamente desde el Neolítico hasta la actualidad.

Agradecimientos: Queremos agradecer a Ramon Roca, Juan Medina, Jaume Barberà, Jaume Nieto, Juan Ruiz, Jesús Casas, José Ortega, Damià Bernaus y Joan Cardona por habernos dejado estudiar sus colecciones. Al Museu Diocesà i Comarcal de Solsona, Museu de Gavà, Museu d'Història de Sabadell, Arxiu Històric de Cardona y Museu de Sal Josep Arnau por las facilidades que nos han dado en el estudio

del material lítico pulido. Damos las gracias a Jean-René Darboux (Université de Bretagne Occidentale, Brest) por la primera lámina delgada de un pilón (MDCS1) el 2001, a Michel Rossy (UMR 6249, Laboratoire de Chrono-Environnement, Besançon) por las cuatro láminas delgadas de las muestras de la Sierra de Collserola (R1, R2, C2 y C3) y Joan Aranda (IREC) y Joan Suñé (IREC) por las cuatro láminas de la Roqueta y las dos de la Vall Salina. También a Jean Vaquer por sus comentarios sobre las rutas de los intercambios de sílex melado. A Jorge Bonache, Joan González, Agustín Fuentes, Rosa M. Lanaspá, Loreto Serena, Mercè Vendrell, Sònia Jiménez, Andreu Galera y Ainhoa Pancorbo. Por último, agradecer a la empresa Ercros, el Ayuntamiento de Cardona y el Parc Cultural de la Muntanya de Sal su colaboración durante las campañas arqueológicas en la Vall Salina. También agradecemos las sugerencias que nos han formulado de nuestro artículo Miquel Molist, Germán Delibes y Araceli Martín.

Referencias Citadas

- Adserías, M. y P. Izquierdo. 1991. Les mines prehistòriques de Gavà, un centre productor de joies. En *Les joies de la Prehistòria*, Catàlego pp. 16-19. Ed. Govern d'Andorra, Generalitat de Catalunya. Ajuntament de Gavà. Ajuntament de Barcelona.
- Alfás, G., M. Inglés, M. Liesa, L. Rosell y F. A. Centellas. 2008. *Guía de geología de Collserola*, Edita Parc de Collserola y Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Àlvarez, A. y X. Clop 1994. Estudi petrogràfic de la indústria lítica i del macroustillatge lític. *Rubricatum* 0:231-254.
- Àlvarez, A. y X. Clop 1998. Determinación de la materia prima del utillaje minero de las minas neolíticas de Gavà. *Rubricatum* 2:145-151.
- Aranda, J. y J. Suñé 2007. Estudi petrogràfic de les eines polides del terme municipal de Cardona (Bages). En *Prehistoric and Protohistoric Workshop*, editado por A. Fíguls y O. Weller, pp. 119-126. Institut de recerques envers la Cultura, Cardona.
- Bosch, P. y A. Estrada. 1994. El Neolític Postcardial a les Mines Prehistòriques de Gavà (Baix Llobregat). *Rubricatum* 0.
- Bosch, J. y F. Borell (coords.) 2010. Intervencions arqueològiques a les Mines de Gavà (sector serra de les Ferreres). Anys 1998-2009. De la variscita al ferro: neolític i antiguitat. *Rubricatum* 4.
- Barberà, J. 1987. Marc Natural. En *Història del Bages*, vol. 1, coordinado por Llorenç Ferrer i Alòs, pp. 183-184. Editorial Parcir, Manresa.
- 2001. Noms de lloc del Salí. *Col·lecció Monogràfics* 1:115-136.
- Bonache, J. 2007. Aplicación de algoritmos de Clustering a la clasificación del utillaje de piedra pulimentada de Cardona (Cataluña, España). En *Prehistoric and Protohistoric Workshop*, editado por A. Fíguls y O. Weller, pp. 127-132. Institut de recerques envers la Cultura, Cardona.
- Bosch, À. 1984. Les destrals polides del nord de Catalunya: tipologia i petrologia. *Fonaments. Prehistòria i Món antic als Països Catalans* 4:221-245.
- Cardona, F. y J. Viver. 2002. *Sota la Sal de Cardona*. Espeleològic Club de Gràcia, Barcelona.
- Cardona, R., J. Castany, J. Guarda, L. Guerrero, M. Ramon y J. Solé. 1996. Estratègies d'intercanvi i societat a la Catalunya interior durant el Neolític Mig: el Solsonià. *Rubricatum* 1 (2):537-548.
- Castany, J. 1992. Arquitectura i rituals als sepulcres neolítics del Solsonès. *Gala* 1:71-77.
- 2009. *Els megàlits neolítics de "Solsonià"*. Tesis para optar al grado de doctor en Historia, Universitat de Lleida, Lleida.
- Castany, J., F. Alsina y L. Guerrero. 1988. *La Col·lecció de Finestres (Pinell del Solsonès, Solsonès)*. Departament de Cultura, Barcelona.
- Cura Morera, M. 1976. El grupo cultural de les cistes neolítiques del Pre-pirineu català. *Cypsela* 1:49-52.
- Fíguls i Alonso, A. 1989. Aproximació a l'entorn arqueològic de la Vall Salina: la interacció amb el medi. *Patronat Municipal de Museus de Cardona* 6:15-23.
- 1990. Introducció a l'estudi espacial de les cistes neolítiques de la Comarca natural del Cardener. *Patronat Municipal de Museus de Cardona* 7:21-36.

- 1997. Sant Ponç-Arqueologia Experimental: una aproximació al Grup de Sepulcres en Cista des de l'experiment provocat. *XXXIX Assemblea Intercomarcal d'Estudiosos. Cardona 22 i 23 d'octubre de 1994*, pp. 123-142. Foment Cardoní-Patronat Municipal de Museus de Cardona, Cardona.
- 2004a. La necròpolis neolítica de Palà de Coma Cardona, Bages. *Actes de les Jornades d'Arqueologia i Paleontologia 2001. Comarques de Barcelona*, pp. 144-154. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- 2004b. El projecte arqueològic: Recuperació dels menhirs i els sepulcres neolítics i megalítics del terme municipal de Cardona Bages: La prospecció a la vall de Coma, Cap del Pont, Planès i Pla de Bergús. *Actes de les Jornades d'Arqueologia i Paleontologia 2001. Comarques de Barcelona*, pp. 187-203. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Fíguls i Alonso, A. y J. Bonache Albacete. 1997. Estudi del material lític del Museu de Sal Josep Arnau Cardona, Bages. *XXXIX Assemblea intercomarcal d'Estudiosos*, pp. 143-162. Foment Cardoní-Patronat Municipal de Museus de Cardona, Cardona.
- Fíguls, A., J. Bonache, J. Aranda, J. Suñé, M. Vendrell, J. González, A. Fuentes, J. M. Mata-Perelló y J. Sanz. 2007. Neolithic exploitation of halite salt at the Vall Salina of Cardona Catalonia, Spain. *la Trobada Internacional d'Arqueologia envers l'Explotació de la sal a la Prehistòria i Protohistòria*, pp. 181-200. Institut de recerques envers la Cultura, Cardona.
- Fíguls, A. y O. Weller. 2008. La minería de la sal durante el Neolítico medio en la Vall Salina de Cardona Bages, Catalunya. Tecnología, producción, utillaje lítico y prácticas experimentales. *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, tomo II, pp. 184-192. MARQ. Diputación Provincial de Alicante, Alicante.
- Fíguls, A., O. Weller y F. Grandia, 2010. La Vall Salina de Cardona: los orígenes de la minería de la sal gema y las transformaciones socioeconómicas en las comunidades del Neolítico medio catalán. En *Los Yacimientos de Villafría (Zamora) en el marco de las Explotaciones Salineras de la Prehistoria Europea*, editado por F. J. Abarquero Moras y E. Guerra Doce, pp. 49-83. Junta de Castilla León, Valladolid.
- Grandia, F. 2007. Introducció a la geologia de la formació salina de Cardona. *la Trobada Internacional d'Arqueologia envers l'Explotació de la sal a la Prehistòria i Protohistòria*, pp. 17-22. Institut de recerques envers la Cultura, Cardona.
- López de Azcona, J. M. 1933. Industria minera neolítica en Cardona. *Notas y comunicaciones del Instituto Geológico minero de España* 5:61-67.
- Llovera, X. 1986. La Feixa del Moro (Juberri) i el Neolític Mig-Recent a Andorra. *Tribuna d'Arqueologia* 1985-86:14-24.
- Maluquer de Motes, J. 1979-1980. Notes de prehistòria catalana: una indústria lítica de la comarca de la Noguera. *Pyrenae* 15-16:251-266.
- Marín, A. 1933. *El Estado Actual de la Minería de Sales Potásicas*. Madrid.
- Martín, A. y Tarrús, J. 1995. Neolític i megalitisme a la Catalunya sudpirinenca. En: *Cultures i Medi. De la Prehistòria a l'Edat Mitjana (Homenatge al professor Jean Guilaine)*, editado por Institut d'Estudis Ceretans, pp. 241-260, Puigcerdà.
- Muñoz, A. M. 1965. *La Cultura Neolítica Catalana de los Sepulcros de Fosa*. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Pétrequin, P. y C. Jeunesse. 1995. La hache de pierre. Carrières vosgiennes et échanges des lames polies pendant le Néolithique 5400-2100 av. J.-C. Editions Errance, Paris.
- Pétrequin, P., S. Cassen, M. Errera, Y. Pailler y E. Gauthier. 2007. La hache polie de Lagor Pyrénées-Atlantiques. Une production du V millénaire. *Archéologie des Pyrénées Occidentales et des Landes* 26:7-20.
- Ripoll Perelló, E. y M. Llongueras Campañá. 1967. Notas sobre los sepulcros de fosa catalanes. *Ampurias* XXIX: 240-257.
- Risch, R. y F. Martínez Fernández. 2008. Dimensiones naturales y sociales de la producción de hachas de piedra en el noreste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 65 (1):47-71.
- Serra Vilaró, J. 1927. *Civilització Megalítica a Catalunya. Contribució al seu Estudi*. Musæum Archæologicum Dioecesanum, Solsona.
- Solé i Sabarís, L. 1964. *Geografía de Catalunya*, Tomo II. Editorial Aedos, Barcelona.
- Terradas, X y J. F. Gibaja 2002. La gestión social del sílex melado durante el Neolítico medio en el nordeste de la península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 59(1):29-48.
- Valdés, L. G. 1981-1982. Informe sobre talleres de útiles pulimentados en la comarca de l'Alt Urgell I. Peramola. *Pyrenae* 17-18:83-103.
- Villalba, M.J., L. Bañolas, J.A. Arenas y M. Alonso 1986. *Les Mines de Can Tintorer. Gavà. Excavacions 1978-1980*. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Villalba, M.J., M. Edo y A. Blasco 1998. Explotación, manufactura, distribución y uso como bien de prestigio de la calaíta en el Neolítico. El ejemplo del complejo de Can Tintorer. En *Minerales y Metales en la Prehistoria Reciente: Algunos Testimonios de su Explotación y Laboreo en la Península Ibérica*, *Studia Archaeologica* 88, coordinado por G. Delibes de Castro, pp. 41-69. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Valladolid, Valladolid.
- VV. AA. 1992. *Història Natural dels Països Catalans*. Ed. Enciclopèdia Catalana SA, Barcelona.
- Weller, O. 2002. The earliest rock salt exploitation in Europe. A salt mountain in Spanish Neolithic. *Antiquity* 76:317-318.
- Los orígenes de la producción de sal : evidencias, funciones y valor en el Neolítico europeo. *Pyrenae. Journal of Western Mediterranean Prehistory and Antiquity* 35 (1):93-116.
- Weller, O. y A. Fíguls 2007. L'intercanvi com a dinamitzador econòmic del Neolític mitjà a Catalunya i la primera explotació minera de sal gemma d'Europa: la vall Salina de Cardona Barcelona. *Cota Zero* 22:101-111.
- Weller, O. y A. Fíguls 2008. Première extraction de sel minier: place et rôle du sel de Cardona dans les échanges communautaires du Néolithique moyen catalan. *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, tomo I, editado por M. Hernández Pérez, J. A. Soler Díaz y J. A. López Padilla, pp. 353-360. MARQ. Diputación Provincial de Alicante, Alicante.

Weller, O., A. Fíguls y F. Grandia 2007a. Place et rôle du sel minier de cardona dans les échanges intercommunautaires du néolithique moyen catalan. En *Las Salinas y la Sal de Interior en la Historia: Economía, Medio Ambiente y Sociedad*, editado por N. Morère Molinero, tomo I, pp. 99-120. Ediciones Dykinson SL y Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

---- 2007b. Première carrière de sel gemme en Europe : le Vall Salina à Cardona Catalogne, Espagne. Technologie, minéralogie et pétrologie de l'outillage lithique. En *L'Exploitation du Sel à travers le Temps*, editado por D. Monah, G. Dumitroaia, O. Weller y J. Chapman, pp. 115-134. Collection Bibliotheca Memoriae Antiquitatis XVIII. Ed. CMJN-Constantin Matasa, Piatra Neamt.

Notas

- ¹ Se conoce como Salí, los terrenos salíferos que a mediados del siglo XIX fueron delimitados por una comisión designada por el gobernador civil de Barcelona. El perímetro correspondería a la Vall Salina (Barberà 2001:115)
- ² Ambos proyectos están dirigidos por Alfons Fíguls (IREC) y Olivier Weller (CNRS). Se cuenta con la participación de los geólogos Dr. Fidel Grandia (EPSEM-UPC) y Joan Aranda (IREC); de los biólogos Joan González (IREC) y Mercè Vendrell (IREC); el físico Dr. Jorge Bonache

(IREC); y los historiadores Rosa M. Lanaspá (IREC) y Agustín Fuentes (IREC). Ambos proyectos, promovidos por el IREC, cuentan con la colaboración del Laboratorio de Protohistoire européenne (UMR 7041/CNRS) Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie de Nanterre y del Laboratori de Mineralogia del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa-UPC.

