

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**

Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia

Facultat de Geografia i Història

Programa de doctorado *Societat i Cultura*

**Tesis Doctoral presentada por:**

**Marta Sánchez de la Torre**

**Las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico superior  
final pirenaico: territorios económicos y sociales**

**Tesis doctoral dirigida por**

**Dr. Josep Maria Fullola Pericot y Dr. Xavier Mangado Llach**

Barcelona, diciembre de 2014

*No llores porque el sol se oculta,  
pues las lágrimas no te dejarán ver las estrellas*  
(R. Tagore)

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis doctoral, pese a que lleva mi autoría y asumo los errores de la misma como propios, ha sido posible gracias al sostén que he recibido de muchas personas. En las próximas líneas menciono los principales apoyos, pero ni de poco son los únicos. A todos, gracias.

En primer lugar quisiera dar las gracias a mis directores, los Dres. Xavier Mangado y Josep Maria Fullola, pues son los responsables de que esta tesis doctoral sea hoy una realidad. La confianza que un día depositaron en mí ha dado como fruto este trabajo.

De la mano del Dr. Xavier Mangado me introduje en el mundo de la investigación gracias a la colaboración en distintos proyectos. Sus sabios consejos, profundas reuniones y pacientes correcciones han hecho posible que esta tesis haya podido finalizarse a tiempo. Le agradezco además la sinceridad con la que siempre aborda la cruda realidad del mundo de la investigación en este país. A pesar de ello, no sólo ha creído en mí, sino que también ha luchado a mi lado. Hoy aprecio el valor de las palabras *un món difícil però molt enriquidor*.

Al Dr. Josep Maria Fullola le doy las gracias por haberme aceptado en el grupo de investigación que dirige, el *Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques* (SERP) de la Universitat de Barcelona y abrirme las puertas a sus proyectos. Siempre ha respondido con sabios consejos a las dudas planteadas. Es un placer poder formar parte de este equipo y trabajar con él.

Agradezco a los miembros del tribunal evaluador el aceptar gratamente la tarea de evaluar la presente tesis doctoral.

La financiación recibida desde el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte con la beca-contrato de Formación de Profesorado Universitario (FPU 2010) ha permitido la dedicación exclusiva de cuatro años a la presente tesis doctoral. Asimismo, las ayudas económicas recibidas desde el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y desde la Comunidad de Trabajo de los Pirineos para la consecución de Estancias Breves en centros extranjeros hicieron posible las estancias en la Université de Montréal y la Université de Toulouse.

El proyecto de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP) *Prehistopyr* y su evolución en *Palmesopyr* ha determinado la forma y los contenidos de esta tesis doctoral, pues me ha abierto las puertas a los equipos *Primeros Pobladores del Valle del Ebro*, de la Universidad de Zaragoza, *TRACES*, de la Université de Toulouse y *PACEA*, de la Université de Bordeaux.

En Aragón debo agradecer a la Dra. Lourdes Montes la implicación e interés que siempre ha mostrado. Es para mí un referente y un modelo, y su apoyo ha sido crucial en el desarrollo de este trabajo. También debo darle las gracias al Dr. Rafael Domingo, que me ha acompañado en más de una prospección de campo y en lo que ha podido me ha prestado su ayuda, y a mi compañero y amigo Luismi. Los tres hicieron que el análisis de material en los laboratorios de Huesca fuera más llevadero. Este estudio no hubiera sido posible sin la disponibilidad recibida de la Dra. Pilar Utrilla y el Dr. Carlos Mazo para la cesión de los materiales.

Il y a des personnes de l'autre côté des Pyrénées à qui je dois remercier leur aide désintéressé. Je tiens remercier Dr. Nicolas Valdeyron pour avoir accepté la tutelle de mon travail pendant mon séjour à Toulouse en 2013. À Pierre Chalard, je lui dois son soutien pendant le séjour et au Dr. Michel Bilotte sa patience autour mes doutes micropaléontologiques. Les Drs. François Bon, Mathieu Langlais, Jean-Marc Pétilon et Dominique Sacchi m'ont offert leur aide et leurs matériels, je les remercie leur intérêt et disponibilité envers ce projet. À Esther López-Montalvo, à Gisèle Maerky et à Isabelle Carrère je leur remercie la révision des chapitres en français. De nuevo a Esther y a Íñigo, gracias por endulzar la estancia en Toulouse con sabios consejos.

Al otro lado del océano he encontrado un soporte indispensable en el Dr. Adrian Burke. Él tuteló mi estancia en los laboratorios de la Université de Montréal y me hizo comprender la Geoquímica. Le agradezco su magnífica acogida y la dedicación y el interés que desde el primer día mostró. Y a Adeline Bonneau le agradezco haberme cedido parte de su tiempo para mostrarme el funcionamiento de algunas de estas técnicas de análisis.

Aquí, en Barcelona, han sido muchas las personas que me han prestado su ayuda desinteresada, entre ellas la Dra. Maria Àngels Petit y el Dr. José Miguel Tejero. Al Dr. Xavier Terradas, de la Institució Milà i Fontanals del CSIC, le doy las gracias por haberme permitido consultar la Litoteca de Roques Silícies de Catalunya (Litocat). El

debate constante sobre los grupos humanos del Paleolítico superior pirenaico con compañeros de laboratorio, despacho y excavaciones ha enriquecido la perspectiva de análisis de estas poblaciones. Gràcies Núria, Natàlia, Eli, Aye, Ana, Jonàs, Mar, Cynthia y Héctor.

A mis amigos, que han sabido entender un No en muchas ocasiones. A Sergio y Laura, porque más allá de los lazos familiares, nos une una sólida amistad. Y a la pequeña Carlota, que con sólo una sonrisa ha logrado empujarme día a día.

Pero si a alguien debo agradecer el poder presentar hoy una tesis doctoral es a mi familia. En primer lugar a mis abuelos, que abandonaron un día su vida en Ademuz y Villacarrillo con el fin de ofrecernos un futuro mejor, y muy especialmente a mi yayo Paco, que desde el cielo siempre me ha mostrado el camino a seguir. Mis padres me inculcaron desde pequeña la importancia de la disciplina, la constancia y el trabajo bien hecho. Sin ellos no podría haber hecho realidad muchos de mis sueños.

Y por último, mi agradecimiento más sentido y especial a Juanma. Sin él nada habría sido posible. Gracias por animarme cuando he decaído y calmarme en los momentos de desespero. Tu apoyo incondicional y tu fe en mí han hecho posible este sueño. Espero que esta tesis sirva de empuje y de luz hacia ese futuro que juntos queremos construir. Aquest treball és per a tu.

Tiana, diciembre de 2014

## RESUMEN

La presente tesis doctoral es una aproximación, a través del estudio de las materias primas líticas, al conocimiento socio-cultural de los grupos de cazadores – recolectores que al fin del Paleolítico superior se asentaron en el Pirineo centro-oriental. Se trata de un trabajo orientado a la consecución de un corpus de datos sobre las estrategias de adquisición y gestión de recursos líticos empleadas por los mencionados grupos y al conocimiento del tipo de relación que tuvieron estas comunidades con el espacio geográfico pirenaico.

Para la consecución de los objetivos planteados se ha realizado una aproximación arqueopetrográfica a diversos conjuntos arqueológicos líticos. Este estudio conlleva la caracterización macroscópica, microscópica y geoquímica del material pétreo con el fin de describir las características texturales, petrográficas, micropaleontológicas y, cuando ha sido posible, también de composición mineral (por Difracción de Rayos X) y de concentración de elementos químicos (por Fluorescencia de Rayos X).

Paralelamente, se ha desarrollado un intenso trabajo de campo con el fin de localizar las formaciones que contienen sílex en el Pirineo centro-oriental, detectar afloramientos y recoger muestras, que también han sido caracterizadas por su textura, petrografía, micropaleontología, composición mineral y concentración de elementos químicos.

Para lograr los objetivos planteados, se han estudiado siete conjuntos arqueológicos ubicados en espacios geográficos distintos y ocupados durante las diferentes etapas del Magdaleniense. Cuatro asentamientos se localizan en la vertiente surpirenaica. Dos de ellos se hallan en el eje del río Segre: Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya) y la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). Otros dos se ubican en el eje del río Cinca: Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro) y el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza). Los yacimientos de Montlleó, Cova Alonsé y el Abrigo de Forcas I presentan secuencias del Magdaleniense inferior. La Cova del Parco y el Abrigo de Forcas I poseen niveles del Magdaleniense superior.

Otros tres conjuntos arqueológicos han sido estudiados. Los tres se ubican en la vertiente norte del Pirineo, desde su extremo occidental con el yacimiento de Laa2

(Arudy, Pyrénées Atlantiques), al extremo más septentrional del Pirineo oriental con el asentamiento de Crès (Béziers, Hérault), pasando por el yacimiento del Pirineo central de la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude). Laa2 posee niveles del Magdalenense medio y superior y la *Caune* de Belvis presenta niveles del Magdalenense superior. En Crès, la ausencia de dataciones absolutas, imposibilita precisar el momento exacto de ocupación.

Como resultado del análisis arqueopetroológico ha sido posible elaborar un estudio diacrónico de las estrategias de circulación de materiales líticos que se desarrollaron en el área pirenaica centro-oriental mediante la observación de variaciones en las estrategias de adquisición y gestión de los recursos silíceos. La presencia en el registro arqueológico de sílex exógenos procedentes de formaciones ubicadas al otro lado de la Cordillera Pirenaica nos permiten afirmar que los contactos entre ambas vertientes del Pirineo centro-oriental son frecuentes y en un doble sentido Norte-Sur y Sur-Norte.

Por tanto, los datos obtenidos nos permiten confirmar que los grupos humanos magdalenenses estudiados tuvieron una relación muy directa con el espacio geográfico pirenaico, habiendo jugado la Cordillera Pirenaica un papel importante en el desarrollo de las actividades socio-económicas de dichas comunidades.

## RÉSUMÉ

Cette Thèse de Doctorat, à travers l'étude des matières premières lithiques, est une approche permettant d'améliorer nos connaissances socio-culturelles concernant les groupes de chasseurs – cueilleurs qui à la fin du Paléolithique supérieur se sont installés dans les Pyrénées centre-orientales. Il s'agit d'un travail orienté vers la réalisation d'un corpus de données sur les stratégies d'acquisition et gestion des ressources lithiques menées par ces groupes, ainsi que vers la connaissance du type de relation que ces groupes ont eu avec l'espace géographique des Pyrénées.

Pour mener à bien notre étude, une analyse archéopetrologique de différents ensembles archéologiques lithiques a été faite. Cette étude implique la caractérisation macroscopique, microscopique et géochimique des matières en pierre pour décrire les caractéristiques texturales, pétrographiques, micropaléontologiques et, quand cela a été possible, la composition minérale (par Diffraction des Rayons X) et la composition chimique élémentaire (par Fluorescence des Rayons X).

Parallèlement, nous avons développé un intense travail de terrain afin de localiser les formations contenant du silex dans les Pyrénées centre-orientales, détecter des gîtes et prélever des échantillons. Ces derniers ont également été caractérisés par leur texture, pétrographie, micropaléontologie, composition minérale et par la composition chimique élémentaire.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons étudié sept sites archéologiques situés dans différentes zones géographiques et occupés au cours des différentes étapes du Magdalénien. Parmi eux, quatre sites archéologiques sont situés sur le versant sud des Pyrénées. Deux se trouvent dans l'axe de la rivière Segre : Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya) et Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). Deux autres sites sont localisés sur l'axe de la rivière Cinca : Cova Aloné (Estadilla, Somontano de Barbastro) et l'Abri de Forcas I (Graus, La Ribagorça). Les sites de Montlleó, Cova Aloné et l'Abri de Forcas I présentent des séquences du Magdalénien inférieur. La Cova del Parco et l'Abri de Forcas I possèdent eux, des niveaux du Magdalénien supérieur.

Trois autres sites archéologiques ont été étudiés. Ils se trouvent sur le versant nord des Pyrénées, depuis sa partie la plus occidentale avec le site de Laa2 (Arudy, Pyrénées



Atlantiques), jusqu'à son extrémité la plus au nord des Pyrénées orientales avec le site de Crès (Béziers, Hérault), en passant par le site des Pyrénées centrales de la Caune de Belvis (Belvis, Aude). Laa2 possède des niveaux du Magdalénien moyen et supérieur et la Caune de Belvis présente des niveaux du Magdalénien supérieur. À Crès, en raison de l'absence de datations absolues, il n'a pas été possible de préciser le moment exact de l'occupation.

À la suite de l'analyse archéopetrologique, il a été possible de développer une étude diachronique des stratégies de circulation des matériaux lithiques menées dans les Pyrénées centre-orientales, en observant les changements dans les stratégies d'acquisition et de gestion des ressources siliceuses. Au sein de notre corpus archéologique, la présence de silex exogènes originaires des formations placées de l'autre côté de la chaîne pyrénéenne nous permettent d'affirmer que les contacts entre les deux versants des Pyrénées centre-orientales étaient fréquents et se faisaient dans le double axe Nord-Sud et Sud-Nord.

Par conséquent, les données obtenues nous permettent de confirmer que les groupes magdaléniens étudiés avaient une relation directe avec l'espace géographique pyrénéen, ce dernier ayant joué un rôle important dans le développement des activités socio-économiques de ces groupes.



# ÍNDICE

## **1. PLANTEAMIENTOS GENERALES Y OBJETIVOS**

<b>1.1 Introducción</b> .....	1
1.1.1 Planteamientos generales .....	1
1.1.2 Objetivos .....	4
1.1.3 Estructuración .....	6
<b>1.2 Encuadramiento cronológico: el Magdaleniense</b> .....	8
1.2.1 La definición del Magdaleniense .....	8
1.2.2 El Magdaleniense en la Cordillera Pirenaica .....	10
<b>1.3 Encuadramiento geográfico: la Cordillera Pirenaica</b> .....	18
1.3.1 Las variaciones en la línea de la costa .....	19
1.3.2 La Cordillera Pirenaica en el Tardiglaciario .....	20

## **2. EL SÍLEX COMO MARCADOR TERRITORIAL EN LA PREHISTORIA**

<b>2.1 El sílex y su geología</b> .....	24
2.1.1 Terminología .....	24
2.1.2 Origen y formación del sílex .....	28
2.1.3 Mineralogía del sílex .....	31
2.1.4 Propiedades del sílex .....	36
<b>2.2 La noción de territorio</b> .....	39
<b>2.3 El aprovechamiento del sílex en la Prehistoria</b> .....	43

## **3. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DEL SÍLEX EN ARQUEOLOGÍA. LA ARQUEOPETROLOGÍA**

<b>3.1 Historiografía. De los orígenes de la disciplina al futuro de la misma</b> ..	49
3.1.1 Los primeros trabajos .....	50
3.1.2 Hacia la construcción de una metodología común .....	50
3.1.3 Sistematización de los estudios .....	51
3.1.4 Arqueopetrología o petroarqueología: Demars vs. Masson .....	51
3.1.5 Presente y futuro de la disciplina .....	52

<b>3.2 Metodología del estudio arqueopetroológico</b> .....	53
3.2.1 La contextualización geográfica y geológica .....	54
3.2.2 La prospección de campo .....	55
3.2.3 La caracterización macroscópica .....	60
3.2.3.1 <i>La morfología del sílex</i> .....	63
3.2.3.2 <i>El córtex</i> .....	63
3.2.3.3 <i>La textura</i> .....	64
3.2.3.4 <i>El color</i> .....	66
3.2.3.5 <i>Las inclusiones o componentes no esqueléticos</i> .....	67
3.2.3.6 <i>Los fósiles o componentes esqueléticos</i> .....	68
3.2.3.7 <i>Las alteraciones</i> .....	77
3.2.3.8 <i>Las estructuras sedimentarias</i> .....	78
3.2.4 La caracterización microscópica .....	79
3.2.4.1 <i>Descripción de componentes silíceos</i> .....	82
3.2.4.2 <i>Descripción de componentes no silíceos</i> .....	87
3.2.4.3 <i>Otras técnicas de caracterización microscópica</i> .....	89
3.2.5 La comparación de resultados y la interpretación arqueológica .....	90
3.2.6 La representación cartográfica .....	91

## **4. EL SÍLEX DE LA VERTIENTE SURPIRENAICA EN SU CONTEXTO GEOLÓGICO**

<b>4.1 Introducción</b> .....	93
<b>4.2 Contextualización geográfica y geológica</b> .....	94
4.2.1 Los Pirineos .....	94
4.2.2 La Cuenca Terciaria del Ebro .....	96
<b>4.3 Metodología de trabajo</b> .....	97
<b>4.4 Descripción de las formaciones y materiales estudiados</b> .....	98
4.4.1 El sílex de la Formación Castelltallat (Rupeliense – Estampiense, Oligoceno) .....	98
4.4.2 El sílex oligoceno de Tartareu – Alberola (Rupeliense, Oligoceno) ...	101
4.4.3 El sílex de la Formación Coronas (Cuisiense, Eoceno) .....	103
4.4.4 El sílex de la Formación Sagnari (Ilerdiense, Eoceno) .....	105
4.4.5 El sílex de la Formación Puy de Cinca (¿?, Paleógeno) .....	107
4.4.6 El sílex de la Formación Tremp (1) (Maastrichtiense, Cretácico superior) – facies evaporítica .....	109
4.4.7 El sílex de la Formación Tremp (2) (Maastrichtiense, Cretácico superior) –	

facies lacustre .....	111
4.4.8 El sílex de la Secuencia de Vallcarga (Campaniense-Maastrichtiense, Cretácico superior) .....	113
4.4.9 El sílex de la Formación Bona (Campaniense-Maastrichtiense, Cretácico superior) .....	115
4.4.10 El sílex de la Formación Agua-Salenz y la Formación Pardina (Coniaciense, Cretácico superior) .....	117
4.4.11 El sílex de la Formación Prada (Barremiense Final – Aptiense basal, Cretácico inferior) .....	119
<b>4.5 Conclusiones .....</b>	<b>120</b>

## **5. LES MATIÈRES PREMIÈRES SILICEUSES DU VERSANT NORD DES PYRÉNÉES**

<b>5.1 Introduction .....</b>	<b>125</b>
<b>5.2 Délimitation de la zone d'étude .....</b>	<b>126</b>
<b>5.3 Méthode d'analyse .....</b>	<b>127</b>
<b>5.4 Les formations avec silicifications .....</b>	<b>129</b>
5.4.1 Les Pyrénées occidentales .....	129
5.4.1.1 <i>Les silicifications du Flysch</i> .....	131
5.4.1.2 <i>Les silex de Chalosse</i> .....	134
5.4.2 Les Pyrénées centrales .....	139
5.4.2.1 <i>Les silex du Jurassique inférieur</i> .....	141
5.4.2.2 <i>Les silex du Jurassique moyen</i> .....	142
5.4.2.3 <i>Les silex du Crétacé inférieur</i> .....	142
5.4.2.4 <i>Les silex du Crétacé supérieur : Les silex du Flysch d'Hibarette – Montgaillard</i> .....	143
5.4.2.5 <i>Les silex du Crétacé supérieur : Les silex de Montsaunès – Ausseing</i> .....	145
5.4.2.6 <i>Les silex du Crétacé supérieur : Les silex du Paillon</i> .....	147
5.4.2.7 <i>Les silex du Tertiaire : Les silex « Bleu » du Danien</i> .....	149
5.4.2.8 <i>Les silex du Tertiaire : Les silex « mixtes » du Paleocène</i> ...	150
5.4.3 Les Pyrénées orientales .....	151
5.4.3.1 <i>Les silex du Trias</i> .....	153
5.4.3.2 <i>Les silex du Jurassique</i> .....	153
5.4.3.3 <i>Les silex du Crétacé</i> .....	154
5.4.3.4 <i>Les silex du Tertiaire : Paléocène</i> .....	155
5.4.3.5 <i>Les silex du Tertiaire : Eocène</i> .....	159

5.4.3.6	<i>Les silex du Tertiaire : Oligocène</i> .....	160
5.4.3.7	<i>Les silex du Tertiaire : Miocène</i> .....	160
5.4.3.8	<i>Les gîtes secondaires des Costières du Gard</i> .....	161
<b>5.5</b>	<b>Les traceurs lithologiques des Pyrénées et leur présence dans les sites magdaléniens des Pyrénées centre-orientales</b> .....	<b>163</b>
5.5.1	Traceurs lithologiques des Pyrénées occidentales .....	163
5.5.1.1	<i>Le silex d’Audignon (Chalosse)</i> .....	163
5.5.2	Traceurs lithologiques des Pyrénées centrales .....	164
5.5.2.1	<i>Le silex du Flysch d’Hibarette – Montgaillard</i> .....	164
5.5.2.2	<i>Le silex de Montsaunès – Ausseing et du Paillon</i> .....	165
5.5.3	Traceurs lithologiques des Pyrénées orientales .....	166
5.5.3.1	<i>Les silex des Costières du Gard</i> .....	166
5.5.4	D’autres traceurs lithologiques .....	168
5.5.4.1	<i>Les silex du Bergeracois</i> .....	168
5.5.4.2	<i>Les silex «Grain de Mil»</i> .....	170
<b>5.6</b>	<b>Conclusions</b> .....	<b>171</b>
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE INFERIOR DEL YACIMIENTO AL AIRE LIBRE DE MONTLLEÓ (PRATS I SANSOR, LA Cerdanya)</b>	
<b>6.1</b>	<b>El yacimiento arqueológico de Montlleó</b> .....	<b>175</b>
6.1.1	Localización y excavación .....	175
6.1.2	Secuencia sedimentaria del yacimiento .....	179
6.1.3	Estructuras antrópicas .....	181
6.1.4	Los restos faunísticos .....	182
6.1.5	Los elementos en materias duras animales .....	183
6.1.6	La industria lítica: estudios tipológicos y tecnológicos .....	185
<b>6.2</b>	<b>La industria lítica: materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento</b> ....	<b>188</b>
6.2.1	Características del conjunto. Definición de litotipos .....	188

6.2.1.1 Litotipo 1 .....	190
6.2.1.2 Litotipo 2 .....	193
6.2.1.3 Litotipo 3 .....	195
6.2.1.4 Litotipo 4 .....	198
6.2.1.5 Litotipo 5 .....	201
6.2.1.6 Litotipo 6 .....	202
6.2.1.7 Jaspes .....	203
6.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica .....	205
6.2.2.1 Medida del grano .....	206
6.2.2.2 Presencia de córtex .....	206
6.2.2.3 Alteraciones .....	207
6.2.2.4 El peso .....	209
6.2.3 Estudio de la distribución espacial de los restos a lo largo de la secuencia estratigráfica: litotipos .....	211
6.2.3.1 Distribución del litotipo 1 .....	212
6.2.3.2 Distribución del litotipo 2 .....	213
6.2.3.3 Distribución del litotipo 3 .....	214
6.2.3.4 Distribución del litotipo 4 .....	216
6.2.3.5 Distribución del litotipo 5 .....	217
6.2.3.6 Distribución del litotipo 6 .....	218
6.2.3.7 Distribución de los jaspes .....	219
6.2.3.8 Conclusiones del análisis de distribución espacial por litotipos .....	220
6.2.4 Estudio de la distribución espacial de los restos en planta: morfotipos .....	221
6.2.4.1 Núcleos .....	221
6.2.4.2 Raederas .....	223
6.2.4.3 Raspadores .....	224
6.2.4.4 Elementos de dorso .....	226
6.2.4.5 Buriles y perforadores .....	228
6.2.5 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico .....	230
6.2.6 Análisis de una muestra aleatoria de material no retocado .....	232
<b>6.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico del material lítico del yacimiento al aire libre de Montlleó .....</b>	<b>234</b>
6.3.1 Distribución de actividades en el yacimiento .....	234
6.3.2 Áreas de captación de recursos líticos, circulación de materiales .....	235
6.3.3 Movilidad humana en el Magdalenense inferior .....	241

## **7. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE INFERIOR DE COVA ALONSÉ (ESTADILLA, SOMONTANO DE BARBASTRO)**

<b>7.1 El yacimiento arqueológico de Cova Alonsé</b> .....	243
7.1.1 Localización y excavación .....	243
7.1.2 La industria lítica: estudios tecnológicos .....	247
7.1.3 La industria lítica: estudios funcionales .....	248
<b>7.2 La industria lítica de Cova Alonsé. Tipos de sílex y aprovisionamiento</b> .....	248
7.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos .....	248
7.2.1.1 <i>Litotipo 1</i> .....	249
7.2.1.2 <i>Litotipo 2</i> .....	253
7.2.1.3 <i>Litotipo 3</i> .....	256
7.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica .....	258
7.2.2.1 <i>Medida del grano</i> .....	258
7.2.2.2 <i>Presencia de córtex</i> .....	259
7.2.2.3 <i>Alteraciones</i> .....	260
7.2.2.4 <i>El peso</i> .....	261
7.2.3 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico .....	262
<b>7.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense inferior de Cova Alonsé</b> .....	263

## **8. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE DEL ABRIGO DE FORCAS I (GRAUS, LA RIBAGORZA)**

<b>8.1 El yacimiento arqueológico del Abrigo de Forcas I</b> .....	268
8.1.1 Localización y excavación .....	268
8.1.2 Secuencia sedimentaria del yacimiento .....	271
8.1.3 Los restos faunísticos del Magdaleniense .....	273
8.1.4 Los elementos en materias duras animales del Magdaleniense .....	274
8.1.5 La industria lítica del Magdaleniense: estudios tecnológicos .....	275
<b>8.2 La industria lítica de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I. Tipos de sílex y aprovisionamiento</b> .....	279



8.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos .....	279
8.2.1.1 <i>Litotipo 1</i> .....	281
8.2.1.2 <i>Litotipo 2</i> .....	284
8.2.1.3 <i>Litotipo 3</i> .....	285
8.2.1.4 <i>Litotipo 4</i> .....	287
8.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetrográfica .....	289
8.2.2.1 <i>Litotipos representados</i> .....	289
8.2.2.2 <i>Presencia de córtex</i> .....	294
8.2.2.3 <i>Alteraciones</i> .....	299
8.2.2.4 <i>El peso</i> .....	303
8.2.3 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico .....	306
<b>8.3 Conclusiones del estudio arqueopetrográfico de los niveles magdalenenses del Abrigo de Forcas I .....</b>	<b>312</b>
<b>9. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE SUPERIOR DE LA COVA DEL PARCO (ALÒS DE BALAGUER, LA NOGUERA)</b>	
<b>9.1 El yacimiento arqueológico de la Cova del Parco .....</b>	<b>317</b>
9.1.1 Localización y excavación .....	317
9.1.2 Secuencia sedimentaria del yacimiento .....	320
9.1.3 Las estructuras de combustión y la estructuración del espacio del Magdalenense .....	321
9.1.4 Los restos faunísticos del Magdalenense .....	322
9.1.5 Los elementos en materias duras animales del Magdalenense .....	323
9.1.6 La industria lítica del Magdalenense: estudios tecnológicos .....	325
9.1.7 La industria lítica del Magdalenense: estudios funcionales .....	328
9.1.8 La industria lítica del Magdalenense: materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento .....	328
<b>9.2 Estudio arqueopetrográfico de los materiales líticos del nivel II (excavaciones de 2001 a 2012) .....</b>	<b>330</b>
9.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos .....	330
9.2.1.1 <i>Litotipo 1</i> .....	332
9.2.1.2 <i>Litotipo 2</i> .....	334
9.2.1.3 <i>Litotipo 3</i> .....	336
9.2.1.4 <i>Litotipo 4</i> .....	338

9.2.1.5 <i>Litotipo 5</i> .....	340
9.2.1.6 <i>Litotipo 6</i> .....	341
9.2.1.7 <i>Litotipo 7</i> .....	342
9.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetrográfica .....	345
9.2.2.1 <i>Medida del grano</i> .....	345
9.2.2.2 <i>Presencia de córtex</i> .....	345
9.2.2.3 <i>Alteraciones</i> .....	347
9.2.2.4 <i>El peso</i> .....	349
9.2.3 Estudio de la distribución espacial de los restos a lo largo de la secuencia estratigráfica: litotipos .....	351
9.2.3.1 <i>Distribución del litotipo 1</i> .....	352
9.2.3.2 <i>Distribución del litotipo 2</i> .....	355
9.2.3.3 <i>Distribución del litotipo 3</i> .....	355
9.2.3.4 <i>Distribución del litotipo 4</i> .....	357
9.2.3.5 <i>Distribución del litotipo 5</i> .....	359
9.2.3.6 <i>Distribución del litotipo 6</i> .....	360
9.2.3.7 <i>Distribución del litotipo 7</i> .....	361
9.2.3.8 <i>Conclusiones del análisis de distribución espacial por litotipos</i> .....	362
9.2.4 Estudio de la distribución espacial de los restos en planta: morfotipos ..	364
9.2.4.1 <i>Núcleos</i> .....	364
9.2.4.2 <i>Raederas</i> .....	367
9.2.4.3 <i>Raspadores</i> .....	369
9.2.4.4 <i>Elementos de dorso</i> .....	371
9.2.4.5 <i>Buriles y perforadores</i> .....	373
9.2.5 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico .....	375
9.2.6 Análisis de una muestra aleatoria de material no retocado .....	377

### **9.3 Conclusiones del estudio arqueopetrográfico del Magdalenense superior de la Cova del Parco .....**

9.3.1 Distribución de actividades en el yacimiento .....	379
9.3.2 Áreas de captación de recursos líticos, circulación de materiales .....	381
9.3.3 Movilidad humana en el Magdalenense superior .....	387

## **10. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE UNA SELECCIÓN DE YACIMIENTOS MAGDALENIENSES NORPIRENAICOS: LAA2 (ARUDY, PYRÉNÉES ATLANTIQUES), LA CAUNE DE BELVIS (BELVIS, AUDE) Y CRÈS (BÉZIERS, HÉRAULT)**

### **10.1 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de Laa2 (Arudy, Pyrénées Atlantiques): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento ..... 392**

10.1.1 El yacimiento de Laa2 ..... 392

10.1.2 Resultados del estudio arqueopetroológico ..... 398

*10.1.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos ..... 400*

10.1.2.1.1 Litotipo 1 ..... 401

10.1.2.1.2 Litotipo 2 ..... 402

10.1.2.1.3 Litotipo 3 ..... 404

10.1.2.1.4 Litotipo 4 ..... 405

*10.1.2.2 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico ..... 406*

10.1.3 Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense de Laa2 .....406

### **10.2 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento ..... 409**

10.2.1 El yacimiento de la *Caune* de Belvis ..... 409

10.2.2 Resultados del estudio arqueopetroológico ..... 413

*10.2.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos ..... 413*

10.2.2.1.1 Litotipo 1 ..... 414

10.2.2.1.2 Litotipo 2 ..... 415

10.2.2.1.3 Litotipo 3 ..... 416

10.2.2.1.4 Litotipo 4 ..... 416

10.2.2.1.5 Otros litotipos ..... 417

10.2.3 Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense de la *Caune* de Belvis ..... 418

### **10.3 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de Crès (Béziers, Hérault): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento ..... 420**

10.3.1 El yacimiento de Crès ..... 420

10.3.2 Resultados del estudio arqueopetroológico ..... 423

10.3.2.1	<i>Características del conjunto. Definición de litotipos</i> .....	423
10.3.2.1.1	Litotipo 1 .....	423
10.3.2.1.2	Litotipo 2 .....	425
10.3.2.1.3	Litotipo 3 .....	426
10.3.3	Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense de Crès .....	427
<b>10.4</b>	<b>Conclusiones del estudio de materiales de una selección de yacimientos norpirenaicos</b> .....	429
<b>11.</b>	<b>LA GEOQUÍMICA: HERRAMIENTA DE FUTURO</b>	
<b>11.1</b>	<b>El nacimiento de una nueva disciplina</b> .....	431
11.1.1	La encuñación del término y su significado .....	431
11.1.2	Los antecedentes .....	433
11.1.3	El desarrollo y la generalización de los estudios .....	434
<b>11.2</b>	<b>La Geoquímica y su aplicación en el sílex</b> .....	436
11.2.1	Análisis mediante la emisión de Rayos X .....	439
11.2.1.1	<i>La Difracción de Rayos X (X-Ray Diffraction – XRD)</i> ....	439
11.2.1.2	<i>La Fluorescencia de Rayos X (X-Ray Fluorescence – XRF)</i>	441
11.2.1.3	<i>El Microscopio Electrónico de Barrido (Electron Scanning Microscope – SEM) y la Microsonda Electrónica (Electron Probe X-Ray Microanalysis – EPMA)</i> .....	443
11.2.1.4	<i>Análisis por Emisión de Partículas Inducidas por Rayos X (Particle Induced X-Ray Emission – PIXE)</i> .....	445
11.2.2	Análisis por Activación Neutrónica (Neutron Activation Analysis – NAA) .....	445
11.2.3	Análisis elemental por espectroscopia de emisión y absorción atómica .....	446
11.2.3.1	<i>Espectrometría de Absorción Atómica (Atomic Absorption Spectrometry – AAS)</i> .....	446
11.2.3.2	<i>Espectroscopia de Emisión Óptica (Optical Emission Spectroscopy – OES)</i> .....	448
11.2.3.3	<i>Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy – ICP-AES)</i> .....	449

11.2.4	Análisis por espectrometría de masas .....	449
11.2.4.1	<i>Espectrometría de Masas (Mass Spectrometry – MS)</i> .....	450
11.2.4.2	<i>Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – ICP-MS)</i> .....	450
11.2.4.3	<i>Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente con Ablación Láser (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – LA-ICP-MS)</i> .....	451
11.2.5	Análisis molecular por absorción y espectroscopia Raman .....	452
11.2.5.1	<i>Espectroscopia de Infrarrojos (Infrared Spectroscopy – IR) y Espectroscopia de Infrarrojos por Transformada de Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy – FTIR)</i> .....	453
11.2.5.2	<i>Espectroscopia Raman (Raman Spectroscopy)</i> .....	454
<b>11.3</b>	<b>Aplicación de la Difracción de Rayos X y la Fluorescencia de Rayos X al caso de estudio de la presente tesis doctoral</b> .....	<b>456</b>
11.3.1	Planteamientos iniciales .....	456
11.3.2	Aportaciones de la Difracción de Rayos X al problema de estudio .....	457
11.3.2.1	<i>La cuestión de los sílex lacustres</i> .....	459
11.3.2.2	<i>La cuestión de los sílex evaporíticos</i> .....	463
11.3.2.3	<i>La cuestión de los sílex marinos “pigats”</i> .....	467
11.3.2.4	<i>La cuestión de los sílex marinos de tipo “Agua-Salenz”</i> .....	468
11.3.3	Aportaciones de la Fluorescencia de Rayos X al problema de estudio .....	473
11.3.3.1	<i>La cuestión de los sílex lacustres</i> .....	483
11.3.3.2	<i>La cuestión de los sílex evaporíticos</i> .....	484
11.3.3.3	<i>La cuestión de los sílex marinos “pigats”</i> .....	486
11.3.3.4	<i>La cuestión de los sílex marinos de tipo “Agua-Salenz”</i> .....	487
<b>12.</b>	<b>EL SÍLEX COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DE LA MOVILIDAD HUMANA EN LA PREHISTORIA. CONCLUSIONES</b>	
12.1	<b>El sílex como instrumento de análisis</b> .....	<b>490</b>
12.2	<b>Las estrategias de adquisición y gestión de recursos líticos a lo largo del Magdaleniense pirenaico centro-oriental</b> .....	<b>493</b>
12.3	<b>Movilidad humana en el territorio pirenaico centro-oriental durante el Magdaleniense</b> .....	<b>500</b>

## **12. LE SILEX COMME OUTIL POUR L'ÉTUDE DE LA MOBILITÉ HUMAINE À LA PRÉHISTOIRE. CONCLUSIONS GÉNÉRALES**

<b>12.1 Le silex comme outil d'analyse .....</b>	<b>508</b>
<b>12.2 Les stratégies d'acquisition et gestion des ressources lithiques le long du Magdalénien dans les Pyrénées centre-orientales .....</b>	<b>511</b>
<b>12.3 Mobilité humaine dans le territoire pyrénéen centre-oriental pendant le Magdalénien .....</b>	<b>519</b>

<b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>526</b>
-------------------------------	------------

<b>14. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....</b>	<b>555</b>
---	------------

# 1. PLANTEAMIENTOS GENERALES Y OBJETIVOS

## 1.1 Introducción

### 1.1.1 Planteamientos generales

Esta tesis doctoral se empezó a gestar en el año 2010, cuando tras finalizar la Licenciatura en Historia de la Universidad de Barcelona, y después de una experiencia de intercambio en la Université de Toulouse, participé como becaria en el Plan de Intensificación de la Investigación (PGIR08/09) *Els recursos lítics de les societats de caçadors-recol·lectors del Paleolític superior al Llevant mediterrani entre el 20.000 i el 10.000 BP. Caracterització geològica i difusió de les indústries lítiques*, dirigido por el Dr. Xavier Mangado Llach. Sin embargo, mi interés en la Prehistoria y especialmente en los grupos del Paleolítico superior pirenaico había nacido años atrás con las colaboraciones en las excavaciones que el SERP dirige en el ámbito pirenaico: el yacimiento al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya) y la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). No obstante, la beca de colaboración en el proyecto del Dr. Mangado fue el punto de partida a los trabajos de investigación, pues tuve la oportunidad de formarme en la disciplina arqueopetrología y conocer de cerca el funcionamiento de la *Litoteca de Roques Silícies* de la Universitat de Barcelona (Lithicub – [www.lithicub.net](http://www.lithicub.net)).

Esta primera formación dio como fruto el Trabajo Final del Máster Oficial en Arqueología de la Universitat de Barcelona, titulado: *El sílex como marcador territorial en la Prehistoria. Estudio arqueopetrología de los materiales de Cova Alonsé (Estadilla, Huesca)*, presentado en junio de 2012.

La concesión en 2011 de una beca de Formación de Profesorado Universitario (FPU 2010) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte marcó el inicio oficial del proyecto predoctoral que aquí presentamos. Así, tomando como base el Trabajo Final de Máster, ampliamos el área de estudio al Pirineo centro-oriental, analizando diversos conjuntos arqueológicos.

Sin embargo, la forma y el contenido de este trabajo en buena parte está condicionada por nuestra colaboración en las redes temáticas *Prehistopyr: los Pirineos prehistóricos, recursos económicos y territorios de los cazadores-recolectores del Paleolítico superior*

al Mesolítico y Palmesopyr: Entre el Ebro y la Garona, los Pirineos durante el Paleolítico y el Mesolítico, subvencionados por la Comunidad de Trabajo de los Pirineos. Como resultado, al análisis inicial de materiales previstos (Cova del Parco y Montlleó) se ha podido añadir, además de Cova Alonsé, que ya fue tratada en el Trabajo Final de Máster, el Magdaleniense del Abrigo de Forcas I.

De manera paralela al análisis de materiales arqueológicos, hemos desarrollado un intenso trabajo de campo que contempla la localización de afloramientos de sílex y la recogida de muestras para su caracterización, estudio que a su vez ha permitido ampliar la colección de la *Litoteca de Roques Silícies* de la Universitat de Barcelona. Este análisis en un primer momento se ciñó a la vertiente sur del Pirineo centro-oriental. No obstante, debido a que en algunos conjuntos arqueológicos estudiados aparecieron sílex no documentados en la vertiente sur, decidimos ampliar el área de estudio. Por ese motivo solicitamos una estancia predoctoral en la Université de Toulouse, que tuvo lugar gracias a la financiación recibida desde la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (AIRE-CTP 2012).

En Toulouse fue nuestro objetivo conocer los tipos de sílex de la vertiente norpirenaica y observar si existían similitudes con los materiales arqueológicos estudiados. Debido a la existencia de correlaciones decidimos emprender un estudio arqueopetrográfico de distintos yacimientos magdalenienses de la vertiente norpirenaica para tratar de observar si esta circulación de materiales detectada en sentido Norte-Sur también tenía una correspondencia en el sentido inverso. Para ello, tuvimos acceso a los materiales de los yacimientos magdalenienses de Laa2 (Arudy, Pyrénées Atlantiques), la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude) y Crès (Béziers, Hérault). Tres conjuntos independientes ubicados en tres áreas espaciales muy interesantes para observar el tipo de circulación de materiales existente.

Pero como cualquier otro trabajo de investigación, y más en estos tiempos, nos hemos visto muy condicionados por algunas restricciones y limitaciones, tanto de carácter económico como humano. Así, no ha sido posible analizar un mayor número de yacimientos magdalenienses del Pirineo centro-oriental por la lentitud en el trámite de acceso a los materiales, que ha mermado en gran medida el tiempo del que disponíamos para un análisis que, si bien en los primeros estadios de caracterización es económico y



no destructivo, requiere de mucho tiempo, pues es necesario observar una a una las miles de piezas que componen los conjuntos líticos.

El segundo inconveniente que en gran medida ha condicionado los resultados finales es la escasez de recursos económicos para la elaboración de analíticas geoquímicas. Gracias a los proyectos SGR 2009-01145 al Grupo de Investigación de Calidad consolidado del SERP (IP Dr. José M. Fullola), HAR 2011-26193/HIST *Paleolítico superior y Epipaleolítico en el NE peninsular: una aproximación socioeconómica, cultural y paleoambiental* (IP Dr. José M. Fullola) y PGIR08/09 *Els recursos lítics de les societats de caçadors-recol·lectors del Paleolític superior al Llevant mediterrani entre el 20.000 i el 10.000 B* (IP Dr. X. Mangado), hemos podido llevar a cabo los trabajos de campo, elaborar las láminas delgadas para su caracterización petrográfica y micropaleontológica y desarrollar análisis geoquímicos de Difracción de Rayos X (XRD) y Fluorescencia de Rayos X (XRF). Sin embargo, no ha sido posible llevar a cabo un análisis geoquímico extenso y metódico. Estas técnicas analíticas, por lo general de alto coste, necesitan de una multitud de análisis para conseguir una caracterización que sea precisa y completa.

Para intentar solventar estos problemas, obtuvimos una estancia predoctoral en la Université de Montréal con el Dr. Adrian Burke con el fin de formarnos en estas nuevas técnicas de caracterización para el sílex. Allí fue posible adquirir un bagaje teórico muy interesante, y además pudimos poner en práctica dicho conocimiento en la realización de algunas analíticas en el laboratorio que dirige, el *Laboratoire de caractérisation chimique des artefacts archéologiques*. No obstante, como la falta de recursos económicos no es tan sólo estatal, debido a la ausencia de técnico en dicho laboratorio no fue posible desarrollar un análisis geoquímico extenso y metódico para la totalidad de muestras.

De este modo, debido a las limitaciones expuestas, esta tesis doctoral se ha centrado en el estudio de los grupos de cazadores-recolectores que durante el Magdaleniense poblaron el Pirineo centro-oriental. Para ello, hemos analizado cuatro yacimientos ubicados en la vertiente surpirenaica, dos en el eje del río Cinca: Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro) y el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza), y dos más en el curso medio y alto del río Segre: la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera) y el yacimiento al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya).

Paralelamente se han estudiado tres conjuntos ubicados en la vertiente norte de la Cordillera Pirenaica: la cueva de Laa2 (Arudy, Pyrénées Atlantiques) en el Pirineo occidental, la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude) en el Pirineo central y el yacimiento al aire libre de Crès (Béziers, Hérault), en la parte más septentrional del Pirineo oriental.

Veamos a continuación cuales han sido los principales objetivos que nos han movido a analizar estos conjuntos arqueológicos siguiendo la metodología de caracterización expuesta.

### 1.1.2 Objetivos

Nuestro interés por el estudio de los grupos humanos que se asentaron en el área pirenaica al fin del Paleolítico superior comenzó, como ya hemos hecho referencia, durante nuestras colaboraciones en las excavaciones que el SERP dirige en la Cova del Parco y, especialmente, en el yacimiento al aire libre de Montlleó. Fue en este último asentamiento donde, aprovechando la ubicación del mismo y las características que presentaba, comenzamos a interesarnos por las materias primas líticas y cómo su estudio podía acercarnos al conocimiento de los grupos humanos que las explotaron.

El sílex fue la materia más empleada por los grupos de cazadores-recolectores magdalenenses que se asentaron en los distintos yacimientos estudiados. Sin embargo, su localización en el espacio geográfico es bastante restringida, llegando a ser casi inexistente en algunas zonas, como es el caso de la Cerdanya, donde se encuentra el yacimiento de Montlleó.

De este modo, el primero de los objetivos planteados en esta tesis doctoral es el de:

- **Caracterizar las materias primas silíceas de los distintos asentamientos objeto de estudio con el fin de describir sus características texturales, petrográficas, micropaleontológicas y, en caso posible, composición mineral (por XRD) y concentración de elementos químicos (por XRF).**

Para que este estudio tenga sentido es necesario, como ya se ha hecho mención, abordar el segundo objetivo, que es:

- **Localizar las formaciones que contienen sílex en el Pirineo centro-oriental, detectar afloramientos y recoger muestras para su caracterización textural, petrográfica, micropaleontológica y, en caso posible, de composición mineral (por XRD) y concentración de elementos químicos (por XRF).**

El yacimiento de Montlleó fue el punto de partida de ese interés en conocer más sobre la movilidad de los grupos humanos del Paleolítico superior, pues su ubicación, en el corazón de los Pirineos y en un lugar histórico para cruzarlos, nos hizo plantear algunas cuestiones sobre la circulación de materiales, de ideas, pero también de personas. El tercer objetivo, por tanto, pretende:

- **Conocer, a través del estudio de las materias primas líticas, qué formaciones son susceptibles de haber sido empleadas por los grupos humanos que ocuparon los distintos asentamientos analizados.**

La consecución del tercer objetivo permitirá abordar el cuarto, que trata de estudiar los posibles cambios en las estrategias de adquisición y gestión de los recursos líticos a lo largo del Magdaleniense y observar si existió un comportamiento homogéneo o, por el contrario, tuvieron lugar especificidades regionales:

- **Elaborar un estudio diacrónico de las estrategias de circulación de materiales líticos que se desarrollaron en el área pirenaica centro-oriental mediante la observación de variaciones en las estrategias de adquisición y gestión de los recursos silíceos.**

Este cuarto objetivo nos lleva a plantear qué pudo determinar la movilidad de los grupos humanos en el espacio geográfico, por eso el quinto objetivo pretende:

- **Analizar si los ríos pudieron ser los ejes que determinaron la movilidad de los grupos humanos que se asentaron en el Pirineo centro-oriental al fin del Paleolítico superior, pudiendo conectar los asentamientos con las formaciones susceptibles de haber sido explotadas.**

Por último, un aspecto que nos ha interesado especialmente es la relación existente entre la ubicación de los yacimientos estudiados y el espacio geográfico que ocupan, la Cordillera Pirenaica. Es por ese motivo que el sexto objetivo del trabajo es:

- **Ahondar en el tipo de relación que tuvieron los grupos humanos con el espacio geográfico pirenaico, con el fin de conocer si la Cordillera Pirenaica jugó un papel importante en las actividades socio-económicas de estas comunidades o si, por el contrario, se trató de un espacio de barrera que separó grupos y, por tanto, tradiciones.**

Si conseguimos conocer la relación de los grupos magdalenenses con su entorno geográfico, podremos realizar una aproximación a su noción de territorio, es decir, aquellos lugares donde tuvo lugar la reproducción económica y social del grupo, y así establecer rangos de explotación de los mismos y su evolución diacrónica a lo largo del Magdalenense. Por ese motivo, el séptimo y último objetivo que planteamos es:

- **Conocer cuál fue el territorio frecuentado recurrentemente por los distintos grupos y cuál el territorio menos frecuentado y, por tanto, más ocasional, ¿dónde pudieron tener lugar los intercambios de materiales con otros grupos?**

### 1.1.3 Estructuración

La presente tesis doctoral se estructura en once capítulos. Tras un primer apartado introductorio, en el que se presentan los planteamientos generales, objetivos y el encuadramiento espacio-temporal del estudio, se pasa al segundo capítulo. Éste lleva por título *El sílex como marcador territorial en la Prehistoria* y aborda la descripción del sílex teniendo en cuenta aspectos terminológicos y propiamente geológicos (formación, mineralogía y propiedades intrínsecas). Seguidamente se tratan términos como la noción de territorio en la Prehistoria, los términos paisaje y espacio geográfico y la cuestión del aprovisionamiento de materias primas silíceas por parte de grupos de cazadores-recolectores.

Es en el tercer capítulo: *Metodología para el estudio del sílex en Arqueología. La Arqueopetrología*, donde tratamos de definir la Arqueopetrología como disciplina, haciendo hincapié en el origen, evolución y actual desarrollo de este ámbito de estudio. Tras una primera aproximación al origen de esta disciplina se introduce al lector en la metodología de análisis utilizada para la elaboración de la presente tesis doctoral.

El cuarto capítulo, *El sílex de la vertiente surpirenaica en su contexto geológico*, es el apartado en el que se describen los resultados de las intensas prospecciones de terreno efectuadas para la localización de afloramientos de sílex. Debido a la ubicación de los yacimientos arqueológicos estudiados, se ha delimitado este estudio geológico al área pirenaica y prepirenaica centro-oriental y su contacto en la vertiente meridional con la Cuenca del Ebro.

A continuación se dedica un capítulo específico al estudio de las materias primas silíceas que afloran en la vertiente norte de los Pirineos: *Les matières premières siliceuses dans le versant nord des Pyrénées*. Al considerar la Cordillera Pirenaica como un lugar de paso y no de barrera, es necesario conocer qué formaciones contienen silicificaciones susceptibles de haber sido explotadas por los grupos humanos que al fin del Paleolítico superior se asentaron en este espacio.

Los capítulos seis a nueve exponen los resultados obtenidos tras el estudio arqueopetroológico de los materiales líticos de cuatro yacimientos magdalenenses de la vertiente surpirenaica. Éstos son el yacimiento al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya); la Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro); el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza); y la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). Su ordenación responde a criterios cronoculturales y la estructura de los cuatro capítulos es similar. Ésta comprende la exposición de datos sobre el yacimiento tratado, el estudio de la industria lítica, incluyendo aquí las materias primas determinadas, los tipos de sílex identificados y las formaciones susceptibles de haber sido explotadas. En aquellos yacimientos donde ha sido posible también se ha elaborado un análisis de distribución espacial de los restos a lo largo de la secuencia estratigráfica, que ha permitido observar variaciones según tipo de sílex y/o morfotipo.

El décimo capítulo lleva por título *Estudio arqueopetroológico de una selección de yacimientos magdalenenses norpirenaicos: Laa2 (Arudy, Pyrénées Atlantiques), la Caune de Belvis (Belvis, Aude) y Crès (Béziers, Hérault)*. En él se presentan los resultados del estudio arqueopetroológico de una selección de yacimientos ubicados en la vertiente norte del Pirineo. Este apartado es fruto de la estancia predoctoral realizada en la Universidad de Toulouse, donde fue posible realizar una primera aproximación al conjunto de materiales de esos tres yacimientos para observar qué tipos de sílex aparecen y si existe o no una relación con los yacimientos surpirenaicos analizados. No

ha sido nuestro objetivo realizar un estudio en profundidad como los llevados a cabo para los niveles magdalenienses de Montlleó, Cova Alonsé, el Abrigo de Forcas I y la Cova del Parco, sino establecer una primera aproximación al conjunto de materiales analizados. Es por ello que no hemos dedicado tres capítulos de esta tesis para cada uno de los yacimientos estudiados.

Previo al apartado de conclusiones, se ha dedicado un capítulo a la introducción de las técnicas de análisis geoquímicas, que lleva por título *La geoquímica. Herramienta de futuro*. Si bien el estudio de materiales ha sido realizado según dos escalas de observación (macroscopía y microscopía), hemos considerado necesario dar un paso más allá y apostar por técnicas de análisis geoquímico que permitan ahondar más en el proceso de caracterización del sílex. Al tratarse de un primer estudio que contempla una selección de muestras algo pobre, principalmente debido al alto coste que conlleva la elaboración de las mismas, hemos creído conveniente no incluir los resultados en los capítulos precedentes. Su ubicación en un punto previo a las conclusiones finales deja entrever que se trata de una línea de trabajo futuro.

Finalmente, el doceavo capítulo *El sílex como herramienta para el estudio de la movilidad humana en la Prehistoria. Conclusiones generales* está dedicado al análisis en conjunto de las conclusiones extraídas en cada capítulo. Es en este punto donde se abordará con datos precios la cuestión de la territorialidad de los grupos de cazadores-recolectores que al fin del Paleolítico superior se asentaron en el Pirineo centro-oriental, ahondando en cuestiones de movilidad, circulación de materiales y personas teniendo en cuenta la cuestión del área geográfica en la que nos ubicamos.

## **1.2 Encuadramiento cronológico: el Magdaleniense**

### **1.2.1 La definición del Magdaleniense**

Las primeras periodizaciones del Magdaleniense tuvieron lugar a finales del siglo XIX, en correspondencia directa con los hallazgos realizados en distintos yacimientos de los Pirineos franceses y del Perigord (Lartet 1864, Lartet y Christy 1864 en Langlais 2007: 15). Así, es en 1869 cuando Gabriel de Mortillet introduce el término “la época de La

Madeleine”, simplificado en 1872 como Magdaleniense, para definir industrias líticas del fin del Paleolítico superior (Román 2010: 13).

En 1912 H. Breuil propone una división del Magdaleniense en seis fases. Las tres primeras, llamadas Magdaleniense I, II y III, las más antiguas, conforman el Magdaleniense inferior. Las tres siguientes, Magdaleniense IV, V y VI, constituyen el Magdaleniense superior. Dichas subdivisiones se basan esencialmente en la evolución de la industria sobre materias duras animales. En 1924, D. Peyrony incluye en la clasificación de Breuil para el Magdaleniense inferior indicaciones sobre la evolución de los útiles líticos, siguiendo los patrones que presentan los niveles de Laugerie-Haute en Dordogne (tabla 1) (Pozzi 2004: 13).

FASES	INDUSTRIA ÓSEA	INDUSTRIA LÍTICA
Magdaleniense VI	Arpones de doble hilera de dientes, azagayas de doble bisel	Buril pico de loro, punta de escotadura, punta pedunculada, punta aziliense
Magdaleniense V	Arpones unilaterales, azagayas de doble bisel y base ahorquillada, varillas plano-convexas	Buriles sobre truncadura, microlitos
Magdaleniense IV	Protoarpones, azagayas de bisel simple o doble, varillas semi-redondeadas, propulsores, contornos recortados	
Magdaleniense III	Azagayas más pequeñas y con puntas fusiformes finas y acanaladuras laterales	
Magdaleniense II	Azagata de base cónica o piramidal (apuntada), en ocasiones con ranura dorsal	Triángulos escalenos
Magdaleniense I	Azagaya de bisel estriado o en espiga	<i>Raclette</i>

**Tabla 1** – Subdivisiones del Magdaleniense según Breuil (1913).

En los años 50 se desarrolla la idea de realizar comparaciones bajo bases cuantificables, que permitirán sistematizar las tablas de lectura de muestras y abrir una vía a las comparaciones cuantificables entre series arqueológicas (listas-tipo de F. Bordes, D. de Sonneville-Bordes et J. Perrot (1953 a 1956) así como el desarrollo de la tipología analítica y estructural de G. Laplace (1974) (Langlais 2007: 17).

En la segunda mitad del siglo XX la cronoestratigrafía y la paleoetnología ofrecerán la posibilidad de renovar las aproximaciones a los grupos del Magdaleniense a partir de la

organización espacial de los hábitats y de los comportamientos socio-económicos. Estas dos aproximaciones permitirán observar la existencia de diversas facies contemporáneas resultado de estilos regionales, y pasar así de un modelo unívoco y unilineal a un modelo de facies regionales (Langlais 2007, Román 2010).

### 1.2.2 El Magdaleniense en la Cordillera Pirenaica

A pesar de esta variabilidad regional, que en muchos casos es acentuada por una diversidad terminológica, el Magdaleniense entre los ríos Ródano y Ebro presenta un esquema evolutivo globalmente similar. Así, entre el Badegouliense y el Aziliense se distinguen cuatro grandes fases (Langlais 2007: 28):

- El Magdaleniense inferior (o antiguo) entre 17.5000 y 15.000 BP.
- El Magdaleniense medio (o superior sin arpones) entre 15.000 y 13.500 BP.
- El Magdaleniense superior entre 13.500 y 12.000 BP.
- El fin del Magdaleniense o la “*azilianisation*” entre 12.000 y 11.000 BP.

En el Pirineo centro-oriental, la distribución de yacimientos magdalenienses es desigual tanto a nivel geográfico como cronocultural. Como se puede observar en la figura 1, en la vertiente norpirenaica han sido documentados un elevado número de yacimientos magdalenienses, dato que sorprende cuando observamos el reducido número de yacimientos de este mismo periodo temporal para la vertiente sur. También es posible identificar variaciones en el número de asentamientos según el momento cronocultural, estando prácticamente ausente el Magdaleniense medio en la vertiente surpirenaica centro-oriental. Una explicación pudiera buscarse en la historia de las excavaciones arqueológicas en ambos países, habiendo comenzado anteriormente el interés en la Prehistoria en Francia, donde a principios del siglo XX ya fueron identificados cuantiosos yacimientos magdalenienses en los Pirineos.

En la vertiente sur del Pirineo centro-oriental, a los descubrimientos que se hicieron a finales del siglo XIX y principios del XX al sur del Prepireneo oriental en la Bora Grand'en Carreres (Serinyà, El Pla de l'Estany) (Soler 1976), en los últimos decenios se han sumado muchos otros hallazgos. Éstos son el yacimiento de Legunova (Biel, Cinco Villas), en el Prepireneo de Zaragoza, la cueva de Chaves (Bastarás, Hoya de Huesca),

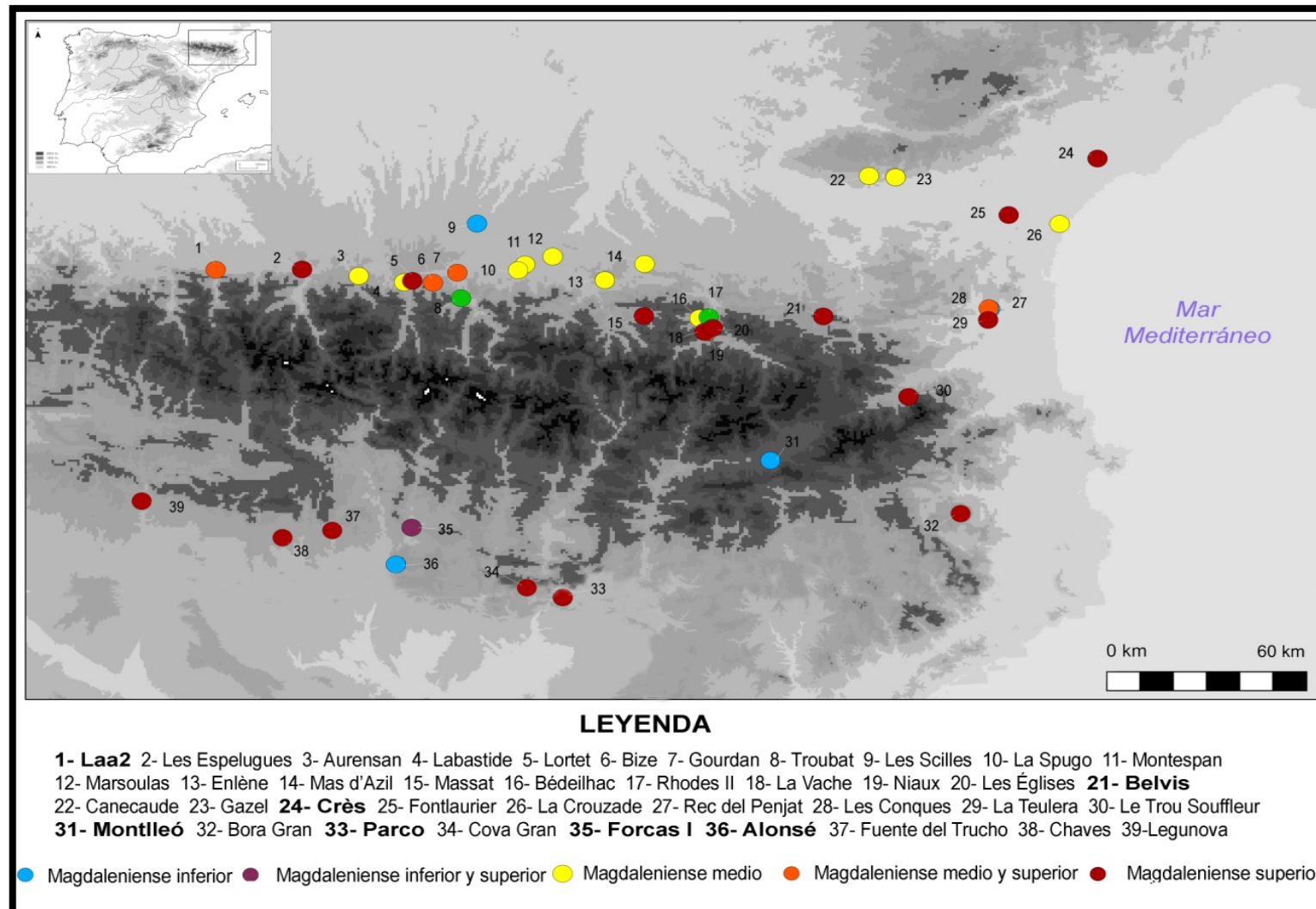


la Fuente del Trucho (Asque-Colungo, Somontano de Barbastro), el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza) y la Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro) en el Prepirineo oscense y la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera) y Cova Gran (Santa Linya, La Noguera) en el Prepirineo leridano. Completa este conjunto el yacimiento al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya), ubicado en el corazón del Pirineo catalán. Todos estos yacimientos presentan características y dataciones atribuidas a diferentes fases del Magdaleniense (Utrilla *et al.* 2010, Mangado *et al.* 2010) (tabla 2) (fig. 1).

Para la fase más antigua del Magdaleniense, en la vertiente sur hallamos las evidencias más antiguas en el yacimiento al aire libre de Montlleó, ubicado en el valle de la Cerdanya, a algo más de 1000 m snm y en el eje del río Segre. En el eje del río Noguera Pallaresa presenta niveles del Magdaleniense inferior el yacimiento de la Cova Gran de Santa Linya y en el eje del río Cinca los yacimientos de Cova Alonsé y el Abrigo de Forcas I también poseen dataciones de esta primera fase del Magdaleniense. Estos datos reafirman la noción de una presencia de grupos humanos en la vertiente sur de los Pirineos bajo las severas condiciones climáticas del final del Pleniglacial (Vega *et al.* 2013).

Para el periodo comprendido entre el 15.000 y el 13.500 BP, que se correspondería con el Magdaleniense medio, el registro en la vertiente sur del Pirineo centro-oriental es muy escaso (Vega *et al.* 2013). Únicamente se documentan los niveles XI, VIII y V de la secuencia sedimentaria de la Cova del Parco (Fullola 2001) y el nivel S4H de la Cova Gran de Santa Linya (Mora *et al.* 2011), ninguno de ellos todavía excavado en extensión. La datación de la Fuente del Trucho podría adscribirse al Magdaleniense medio, pero debemos tomarla con cautela, pues se obtuvo de un nivel con remociones utilizando la termoluminiscencia y obteniendo una horquilla cronológica muy amplia.

En el Magdaleniense superior, coincidiendo con la mejora climática experimentada a partir del 13.500 BP, se observará un aumento de asentamientos en la vertiente sur del Pirineo centro-oriental, pudiendo contar el yacimiento de la Bora Gran d'en Carreres en el Pirineo más oriental, la Cova del Parco y la Cova Gran de Santa Linya en el Pirineo leridano, Chaves y Forcas I en el Pirineo oscense y en el extremo más occidental el yacimiento de Legunova, en el Prepirineo zaragozano.



**Fig. 1** – Ubicación de los asentamientos magdalenienses del Pirineo centro-oriental. En negrita, los conjuntos estudiados en esta tesis doctoral.

En la vertiente norpirenaica el Magdaleniense se conoce de antiguo y fue excavado ya a principios del siglo XX (Langlais 2007). Las primeras fases del Magdaleniense están poco representadas, pero el Magdaleniense medio, sin embargo, es muy rico si lo comparamos con las evidencias que a día de hoy poseemos para la vertiente surpirenaica. El Magdaleniense superior, bien representado en el Pirineo centro-oriental, se ha considerado como una confirmación de elementos, como la industria ósea, ya incorporados durante el Magdaleniense medio (Langlais 2007) (tabla 2) (fig. 1).

Para la vertiente norpirenaica, el Magdaleniense inferior está documentado y datado por radiocarbono en el extremo septentrional del Pirineo central en el yacimiento de Les Scilles (Lespugue, Haute-Garonne) (Pétillon *et al.* 2008) y Lassac y Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude), al norte del Pirineo oriental (Langlais 2007). También se han vinculado al Magdaleniense inferior las ocupaciones al aire libre del Rec del Penjat (Vingrau, Pyrénées Orientales) por las características del utillaje recuperado (Martzluff y Abelanet 1990).

Para el Magdaleniense medio se observa una intensa ocupación de la vertiente norte del Pirineo centro-oriental, aumentando sustancialmente el número de yacimientos vinculados a este periodo. En el Pirineo central destacan las ocupaciones de Aurensan (Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées), Labastide (Labastide, Hautes-Pyrénées), Gourdan (Gourdan-Polignan, Haute-Garonne), Montespán (Montespán, Haute-Garonne), La Spugo (Ganties-les-Bains, Haute-Garonne) y Marsoulas (Marsoulas, Haute-Garonne). En la zona del Ariège hallamos multitud de asentamientos con ocupaciones del Magdaleniense medio. Éstos son Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège), Les Trois-Frères (Montesquieu-Avantès, Ariège), Tuc d'Audoubert (Montesquieu-Avantès, Ariège), Mas d'Azil (Mas d'Azil, Ariège), Bédeilhac (Bédeilhac, Ariège) y Niaux (Niaux, Ariège). Finalmente, en el Pirineo oriental destacan las ocupaciones de Les Conques (Vingrau, Pyrénées Orientales), La Cruzade (Gruissan, Aude), Canecaude (Villardonnell, Aude), Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude) y Bize (Bize, Aude). Todos estos asentamientos, a excepción de La Cruzade y Bize, que no han sido datados, presentan dataciones radiocarbónicas que, junto con el utillaje recuperado, permiten adscribir estos conjuntos al Magdaleniense medio (Fritz y Tosello 2004, Langlais 2007, Soler *et al.* 2009).

En el Magdaleniense superior de la vertiente norte del Pirineo centro-oriental se observa una relativa continuidad en lo que respecta al número de asentamientos ocupados. Así, en el área más occidental hallamos las ocupaciones de Les Espelugues (Lourdes, Hautes-Pyrénées), Lortet (Lortet, Hautes-Pyrénées) y Gourdan (Gourdan-Polignan, Haute-Garonne). En el valle del Ariège presentan ocupaciones del Magdaleniense superior los yacimientos de Massat (Massat, Ariège), La Vache (Alliat, Ariège), Niaux (Niaux, Ariège) y Les Églises (Ussat, Ariège). En el Pirineo oriental destacan las ocupaciones de Belvis (Belvis, Aude), Les Conques (Vingrau, Pyrénées Orientales), datadas por radiocarbono, y los conjuntos de Le Trou Souffleur (Fuilla, Pyrénées Orientales), La Teulera (Tautavel, Pyrénées Orientales), Fontlaurier (Bizanet, Aude), Bize (Bize, Aude), Laroque (Laroque, Hérault) y Crès (Béziers, Hérault), éstos vinculados al Magdaleniense superior por similitudes en el utillaje recuperado (Langlais 2007, Soler *et al.* 2009).

Finalmente, se han documentado ocupaciones del Magdaleniense superior final en los asentamientos del Pirineo central de Troubat (Troubat, Hautes-Pyrénées) y Rhodes II (Arignac, Ariège), ambos datados por radiocarbono (Langlais 2007).

Así, en la presente tesis doctoral se analizarán las materias primas líticas de varios yacimientos ocupados en distintas fases del Magdaleniense. Es nuestra voluntad poder observar la evolución del aprovechamiento y la gestión del sílex a lo largo de las diferentes fases magdalenienses y, de este modo, comprobar si las modificaciones o continuidades detectadas en estudios tecno-tipológicos de industria lítica u ósea también se corresponden con variaciones o continuidades en los tipos de sílex explotados.

Por último, antes de terminar este apartado quisiéramos hacer referencia a la cuestión de las dataciones C14, pues debemos cuestionarnos si pueden compararse fechas obtenidas por acelerador de partículas (AMS) con las conseguidas según el método tradicional. Langlais (2007) ya apuntó esta cuestión, así como la posible variación entre laboratorios o en función de la naturaleza de la muestra a fechar. Para este autor una solución pasaría por escoger únicamente las fechas obtenidas por acelerador de partículas con una horquilla cronológica inferior a 100 años. Esta propuesta, pese a arrinconar gran número de datos, permite precisar más en la consecución de una curva de calibración más precisa.

En el siguiente cuadro (tabla 2) se recogen todas las dataciones magdalenenses de los yacimientos ubicados estrictamente en el área definida como Pirineo centro-oriental. Como se puede observar, algunas fechas han sido obtenidas por acelerador de partículas, otras según el método tradicional y en algunos casos desconocemos el método empleado. Asimismo, los materiales fechados no siempre coinciden ni tampoco los laboratorios. Es por ese motivo que hemos decidido no elaborar una curva de calibración para la totalidad de yacimientos arqueológicos del ámbito pirenaico estudiado fechados en el Magdalenense. Además, pese a que los autores de las fechas consideran válidas la totalidad de las dataciones aquí presentadas, debemos tener en cuenta que algunas de ellas deben ser cuestionadas. Nos referimos especialmente a las fechas obtenidas para los niveles 13 y 14 de Forcas I: 12620±380 BP y 13010±320 BP respectivamente (Utrilla y Mazo 2007), la capa 1 a 4 de Belvis: 12270±280 BP (Sacchi 1992), el nivel 2a de Chaves: 12020±350 BP (Utrilla 1995) y la datación de Trucho: 13244±995 BP (Montes *et al.* 2006), todas con horquillas cronológicas que igualan o superan los 280 años.

Yac.	Niv.	Periodo	Fecha	Ref. Lab.	Met.	M.	Autoría
Montlleó	s. B	Mag. inferior	16900±110 BP	OxA-X-2234-52	AMS	H	Mangado <i>et al.</i> 2009
Cova Gran	EA3	Mag. inferior	16800±80 BP	Beta-233606	AMS	C	Mora <i>et al.</i> 2011
Lassac	11b	Mag. inferior	16750±250 BP	Gif-2981	¿?	H	en Langlais 2007: 489
Lassac	4	Mag. inferior	16580±80 BP	GrA-18788	¿?	H	en Langlais 2007: 489
Les Scilles	B	Mag. inferior	16180±140 BP	¿?	AMS	H	Pétillon <i>et al.</i> 2008
Montlleó	s. C	Mag. inferior	15550±140 BP	OxA-14034	AMS	C	Mangado <i>et al.</i> 2009
Montlleó	s. B	Mag. inferior	15440±80 BP	OXA-9017	AMS	H	Mangado <i>et al.</i> 2009
Cova Gran	6P	Mag. inferior	15120±70 BP	Beta-265984	AMS	C	Mora <i>et al.</i> 2011
Cova Alonsé	m	Mag. inferior	15069±90 BP	GrA-21536	AMS	C	Montes 2005
Cova Alonsé	m	Mag. inferior	14840±90 BP	GrA-21537	AMS	C	Montes 2005
Cova Gran	4P	Mag. inferior	14760±70 BP	Beta-259273	AMS	C	Mora <i>et al.</i> 2011
Gazel	7	Mag. inferior	14462±62 BP	KIA-22856	¿?	C	en Langlais 2007: 489
Forcas I	15	Mag. inferior	14440±70 BP	GrA-25979	AMS	H	Utrilla y Mazo 2007
Gourdan	5	Mag. medio	14400±110 BP	Gif-9139	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
Tuc Adoubert	I	Mag. medio	14350±160 BP	Gif-5857	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491

<b>Les Conques</b>	3	Mag. medio	14320±90 BP	Ly-8779	¿?	H	en Langlais 2007: 491
<b>Laa2</b>	4010	Mag. medio	14252±94 BP	Erl-11113	AMS	H	Dumontier <i>et al.</i> 2006
<b>Canecaude</b>	2	Mag. medio	14230±160 BP	Gif-2780	¿?	H	en Langlais 2007: 491
<b>Gazel</b>	7	Mag. medio	14213±60 BP	KIA-22855	¿?	C	en Langlais 2007: 491
<b>Enlène</b>	3	Mag. medio	13940±200 BP	Gif-4124	¿?	C	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>Gazel</b>	7	Mag. medio	13935±45 BP	KIA-25340	¿?	C	en Langlais 2007: 491
<b>Aurensan</b>	¿?	Mag. medio	13910±230 BP	Ly-1107	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
<b>Enlène</b>	3	Mag. medio	13900±120 BP	Gif-6030	¿?	H	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>Niaux</b>	Arte	Mag. medio	13850±150 BP	GifA-92501	¿?	P	en Langlais 2007: 500
<b>La Vache</b>	¿?	Mag. superior	13770±140 BP	GifA-96479	¿?	H	en Langlais 2007: 492
<b>Niaux</b>	Arte	Mag. medio	13740±190 BP	GifA-92504	¿?	P	en Langlais 2007: 500
<b>Bédeilhac</b>	3	Mag. medio	13725±100 BP	Ly-OxA-427	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
<b>Labastide</b>	1	Mag. medio	13700±120 BP	Gif-6611	¿?	¿?	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>Bédeilhac</b>	2	Mag. medio	13680±155 BP	Ly-OxA-425	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
<b>Bédeilhac</b>	K27	Mag. medio	13660±100 BP	Ly-OxA-428	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
<b>Cova Gran</b>	S4H	Mag. medio	13660±50 BP	Beta-187424	AMS	C	Mora <i>et al.</i> 2011
<b>La Vache</b>	¿?	Mag. superior	13650±130 BP	GifA-96480	¿?	H	en Langlais 2007: 492
<b>Mas d'Azil</b>	¿?	Mag. medio	13640±110 BP	Gif-552	¿?	H	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>Labastide</b>	2	Mag. medio	13500±120 BP	Gif-6612	¿?	¿?	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>La Vache</b>	¿?	Mag. superior	13490±120 BP	GifA-96478	¿?	H	en Langlais 2007: 492
<b>Enlène</b>	E	Mag. medio	13400±120 BP	Gif-5770	¿?	H	Délibrias <i>et al.</i> 1987
<b>Trucho</b>	rev.	Magdalenense	13244±995 BP	madN-4624	TL	SQ	Montes <i>et al.</i> 2006
<b>Bédeilhac</b>	¿?	Mag. medio	13220±100 BP	LyOxA-423	¿?	¿?	en Langlais 2007: 491
<b>Gourdan</b>	3	Mag. superior	13210±70 BP	Gif-9137	¿?	¿?	en Langlais 2007: 492
<b>Les Espéugues</b>	¿?	Mag. superior	13170±260 BP	Ly-1406	¿?	H	Omnès y Clot 1979
<b>Parco</b>	II	Mag. superior	13095±55 BP	OxA-17730	AMS	-	Mangado <i>et al.</i> 2010
<b>Belvis</b>	3	Mag. superior	13080±50 BP	SacA-6973	AMS	H	Langlais 2007
<b>Bora Gran</b>	-	Mag. superior	13080±90 BP	OxBGA-2153	AMS	H	Nadal 1998
<b>Niaux</b>	Arte	Mag. superior	13060±200 BP	GifA-92499	¿?	P	en Langlais 2007: 500
<b>Parco</b>	II	Mag. superior	13025±50 BP	OxA-13596	AMS	C	Mangado <i>et al.</i> 2010
<b>Forcas I</b>	14	Mag. sup. fin.	13010±320 BP	GrN-17788	Conv.	HH	Utrilla y Mazo 2007
<b>Parco</b>	II	Mag. superior	12995±50 BP	OxA-13597	AMS	C	Mangado <i>et al.</i> 2010
<b>Chaves</b>	2b	Mag. superior	12950±70 BP	GrN-14561	Conv.	HH	Utrilla 1995

<b>Les Eglises</b>	8b	Mag. superior	12900±220 BP	Gif-3923	¿?	C	en Langlais 2007: 475
<b>Niaux</b>	Arte	Mag. superior	12890±160 BP	GifA-91319	¿?	P	en Langlais 2007: 500
<b>La Vache</b>	4	Mag. superior	12850±60 BP	GrN-2026	¿?	¿?	en Langlais 2007: 492
<b>Bora Gran</b>	¿?	Mag. superior	12830±80 BP	PxBGA-2222	AMS	H	Nadal 1998
<b>Le Portel</b>	¿?	Mag. superior	12760±170 BP	Gif-2943	¿?	C	en Langlais 2007: 475
<b>Chaves</b>	2b	Mag. superior	12660±70 BP	GrN-12682	Conv.	HH	Utrilla 1995
<b>Rhodes II</b>	IV	Mag. sup. fin.	12620±130 BP	GifA-92345	¿?	H	en Langlais 2007: 493
<b>Forcas I</b>	13	Mag. sup. fin.	12620±380 BP	GrN-17787	Conv.	HH	Utrilla y Mazo 2007
<b>Forcas I</b>	14	Mag. sup. fin.	12600±60 BP	GrA-33986	AMS	H	Utrilla y Mazo 2007
<b>Parco</b>	II	Mag. sup. fin.	12560±130 BP	OxA-10835	AMS	C	Mangado <i>et al.</i> 2010
<b>Laa2</b>	4007	Mag. superior	12552±83 BP	Erl-11112	AMS	H	Dumontier <i>et al.</i> 2006
<b>La Vache</b>	2	Mag. superior	12540±105 BP	GrN-2025	¿?	¿?	en Langlais 2007: 492
<b>Legunova</b>	q	Mag. sup. fin.	12500±90 BP	GrA-22089	AMS	C	Montes 2005
<b>Parco</b>	II	Mag. sup. fin.	12460±60 BP	OxA-10797	AMS	C	Mangado <i>et al.</i> 2010
<b>Forcas I</b>	13d	Mag. sup. fin.	12440±50 BP	GrA-32957	AMS	H	Utrilla y Mazo 2007
<b>Niaux</b>	Arte	Mag. superior	12440±190 BP	GifA-91173	¿?	P	en Langlais 2007: 500
<b>Belvis</b>	3	Mag. superior	12330±50 BP	SacA-6971	AMS	H	Langlais 2007
<b>Lortet</b>	Sup.	Mag. superior	12300±200 BP	Ly-3437	¿?	H	en Langlais 2007 :475
<b>Rhodes II</b>	f. 5	Mag. sup. fin.	12300±150 BP	Mc-996	¿?	C	en Langlais 2007: 493
<b>Belvis</b>	1-4	Mag. superior	12270±280 BP	Gif-2950	Conv.	-	Sacchi 1992
<b>Rhodes II</b>	f. 5	Mag. sup. fin.	12250±250 BP	Mc-1366	¿?	C	en Langlais 2007: 493
<b>Rhodes II</b>	f. 5	Mag. sup. fin.	12160±160 BP	Gif-2258	¿?	C	en Langlais 2007: 493
<b>Rhodes II</b>	f. 5	Mag. sup. fin.	12100±150 BP	Mc-997	¿?	C	en Langlais 2007: 493
<b>Legunova</b>	q	Mag. sup.fin.	12060±60 BP	GrA-24296	AMS	C	Montes 2004
<b>Chaves</b>	2a	Mag. superior	12020±350 BP	GrN-12682	Conv.	HH	Utrilla 1995
<b>Forcas I</b>	13a	Mag. sup. fin.	12010±60 BP	GrA-33987	AMS	H	Utrilla y Mazo 2007
<b>Troubat</b>	6	Mag. sup. fin.	10770±100 BP	Ly-5275	¿?	C	en Langlais 2007: 493

**Tabla 2** – Dataciones de los yacimientos magdalenienses del Pirineo centro-oriental. Basado en Utrilla *et al.* 2010 (Modificado). Yac: Yacimiento; Niv: Nivel; Periodo: Periodo cultural; Fecha; Ref. Lab.: Referencia del Laboratorio; Met: Método, Mues: Muestra (C: Carbón, H: Hueso, HH: Huesos, P: Pigmento); Autoría. Resaltado en gris oscuro, los yacimientos estudiados en la presente tesis doctoral. Incluimos las fechas del yacimiento de Laa2, que pese a situarte en el Pirineo occidental, será analizado en el capítulo 10.

### 1.3 Encuadramiento geográfico: la Cordillera Pirenaica

Los Pirineos corresponden a la porción de la Cordillera Pirenaica que se extiende entre el Golfo de Lion y el Golfo de Vizcaya. De Norte a Sur se han delimitado tres zonas mayores: la Zona Norpirenaica, la Zona Axial y Macizos Vascos y la Zona Surpirenaica (Matauer 1968, en Vera 2004) (fig. 2).

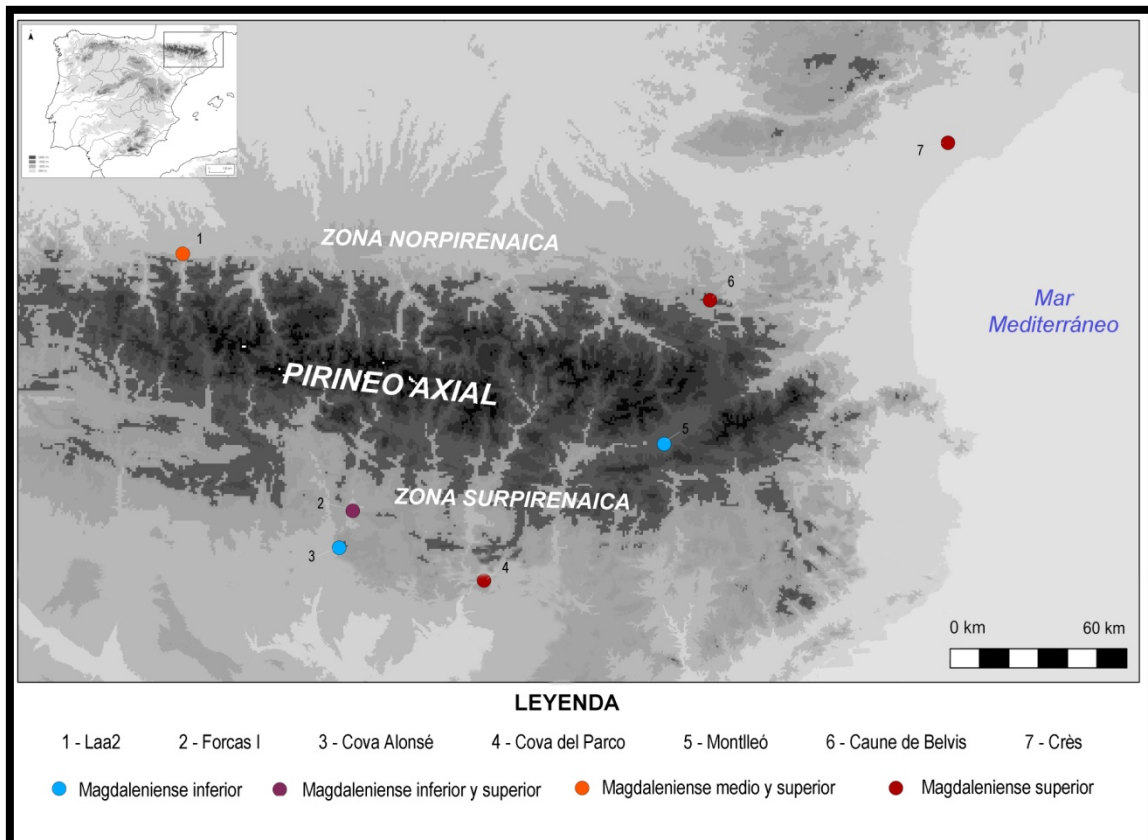
La Zona Norpirenaica se caracteriza por una serie de afloramientos de materiales del basamento varisco conocidos con el nombre genérico de Macizos Norpirenaicos. El límite norte de la Zona Norpirenaica corresponde al Cabalgamiento Frontal Norpirenaico. En la parte central de la vertiente norpirenaica se reconocen una serie de afloramientos de materiales mesozoicos y paleógenos en láminas cabalgantes y pliegues vergentes al norte desplegados a nivel del Triásico y que algunos autores individualizan como Zona Subpirenaica (Souquet *et al.* 1977, en Vera 2004). El límite norte de esta zona queda bien definido por el cabalgamiento de los *Petites Pyrénées*. El límite meridional es más impreciso por el trazado de la denominada Falla Norpirenaica, que separa la Zona Axial de la Zona Norpirenaica. La Zona Axial corresponde a un extenso afloramiento de basamento varisco situado inmediatamente al sur de la Zona de la Falla Norpirenaica, en la que se encuentran algunas de las cumbres más elevadas de los Pirineos.

La Zona Surpirenaica corresponde a unos materiales post-variscos de vergencia sur que forman la cobertera de la Zona Axial y se encuentran entre la Falla Norpirenaica y el Frente de Cabalgamiento Surpirenaico. En esta zona se pueden considerar tres subzonas delimitadas por las alineaciones estructurales del Segre, del Cinca y de Pamplona (Vera 2004: 236):

- La Zona Surpirenaica Oriental corresponde a la zona comprendida entre el Mar Mediterráneo y la alineación estructural del Segre.
- La Zona Surpirenaica Central corresponde al sector comprendido entre la estructura del Segre y los afloramientos mesozoicos y cenozoicos que constituyen el límite occidental de la Unidad Surpirenaica Central, en el valle del Cinca.
- La Zona Surpirenaica Occidental se corresponde aproximadamente con la Cuenca de Jaca – Pamplona.



La Cordillera Pirenaica ha experimentado importantes variaciones a lo largo de millones de años. Por el interés de la presente tesis doctoral, analizaremos a continuación dos modificaciones sustanciales que pudieron jugar un rol importante en la relación de los grupos humanos magdalenienses con este espacio geográfico. Éstas son las variaciones de la línea de costa y las glaciaciones.



**Fig. 2** – Mapa de la Cordillera Pirenaica con la ubicación de los yacimientos estudiados en la presente tesis doctoral.

### 1.3.1 Las variaciones en la línea de costa

Tras el fin del Pleniglaciario, diversos fenómenos naturales modificaron profundamente el espacio geográfico existente no sólo en el área estrictamente pirenaica, sino también en sus alrededores. El deshielo provocado por el aumento de temperaturas ocasionó un retroceso de la línea de costa y la apertura de espacios hacia el Norte. Se calcula que la línea de costa en el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico ha variado sustancialmente desde el Magdaleniense a medida que se producían las transgresiones marinas. Así, en

el Paleolítico superior final la línea de costa se situaría tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico entre -100 y -120 m de la actual (Langlais 2007: 20) (fig. 3).

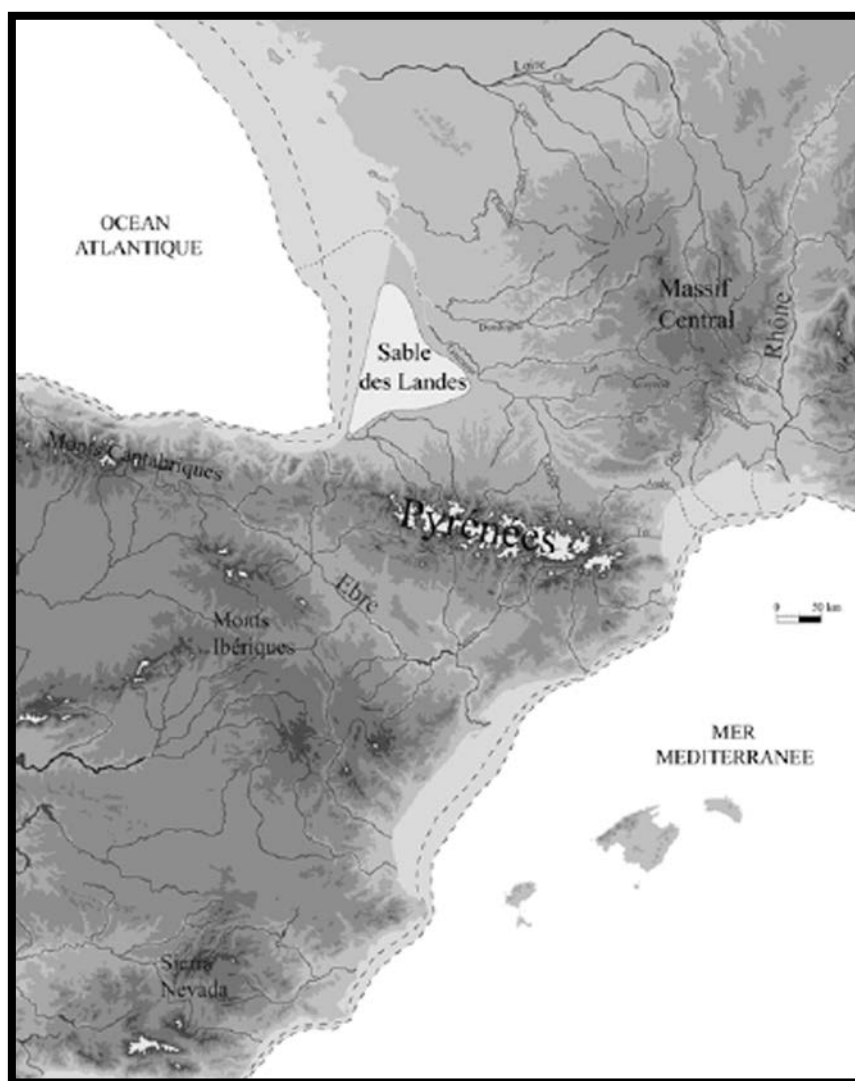


Fig. 3 – Variaciones en la línea de costa para el Tardiglaciario. Fuente: Langlais 2007: 20.

### 1.3.2 La Cordillera Pirenaica en el Tardiglaciario

La cronología de los circos glaciares es variable y depende de la altitud y posición en relación con las montañas próximas. Es por ese motivo que resulta difícil producir una síntesis definitiva para el último episodio glaciar de la Cordillera Pirenaica (fig. 4). En el Pirineo central, glaciares residuales existen todavía en los macizos más elevados (p. ej. Aneto o Monte Perdido), habiendo experimentado un crecimiento durante la Pequeña Edad de Hielo del Holoceno. En otros, sin embargo, el hielo está ausente desde el *Oldest Dryas* (p. ej. en el macizo de Madres) (Calvet *et al.* 2011: 37).

Durante décadas se dio por supuesta la sincronía en el avance de los glaciares en todo el sur de Europa. Sin embargo, desde los años 80 del siglo XX, el empleo de nuevas técnicas de datación introdujo crecientes dudas acerca de esa sincronía (García-Ruiz *et al.* 2010: 36). En 1883 Penck ya había llegado a la conclusión de que en los Pirineos hubo tres fases glaciares (Penck 1883, en García-Ruiz *et al.* 2010: 36). Y en los años 60, los trabajos de Barrere y Taillefer marcaron un cambio de reinterpretación de la tesis monoglacialista admitida durante los decenios precedentes, que correlacionaban la cronología alpina con la pirenaica (Auly 2008: 151).

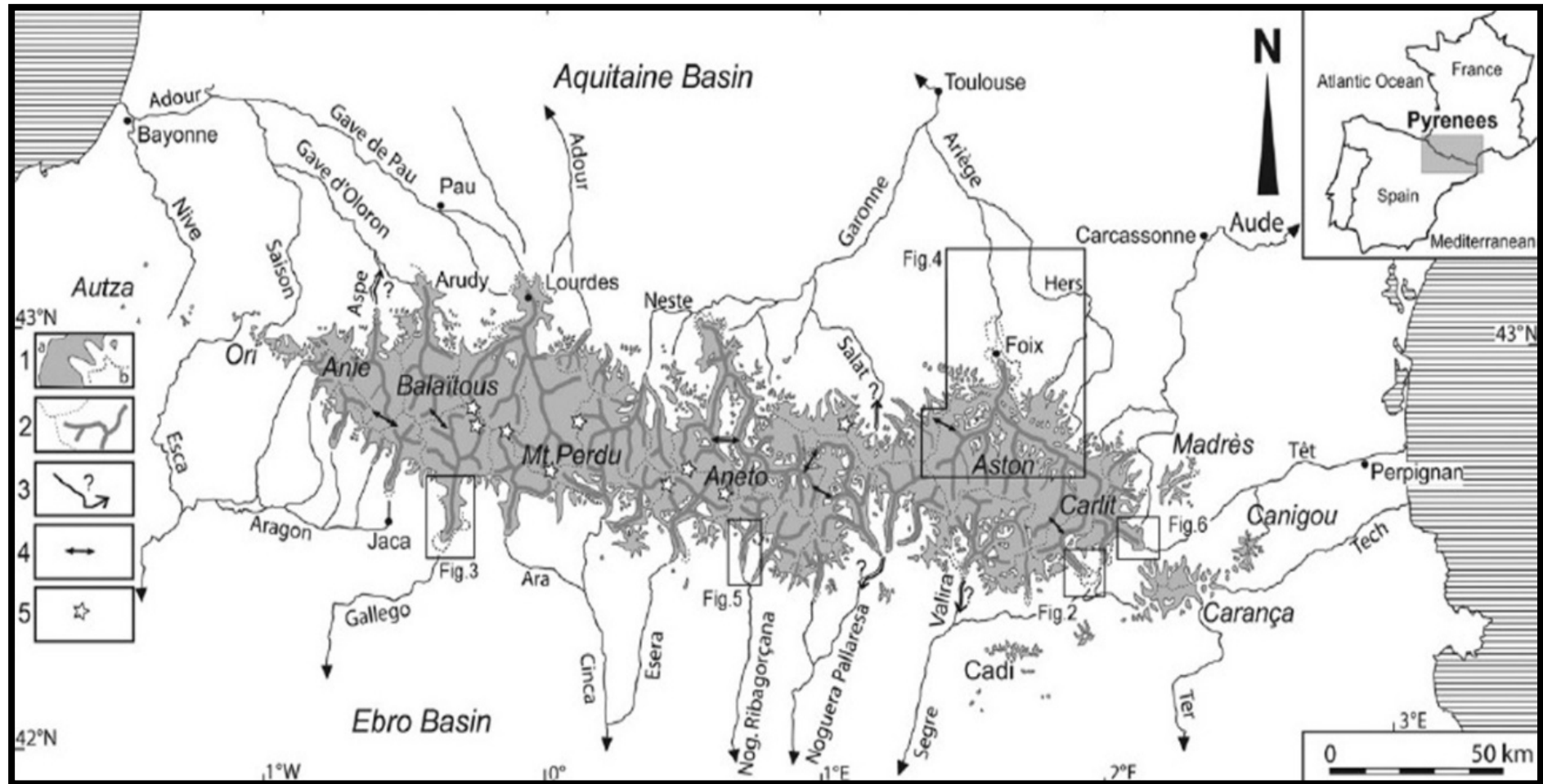
Parece ser que la máxima extensión de los glaciares pirenaicos sería anterior en varios miles de años (entre 30.000 y 50.000) al máximo global. Vilaplana dató mediante radiocarbono el depósito de obturación glaciolacustre de Llestui, en el valle del Noguera Ribagorzana, que no corresponde al momento de máxima expansión del hielo, entre 34.000 y 31.500 BP (Vilaplana 1983, en García-Ruiz *et al.* 2010: 37). Posteriormente, Montserrat y Bordonau aportaron nuevas fechas que insistían en esta misma dirección (Montserrat 1992 y Bordonau 1992, en García-Ruiz *et al.* 2010: 37). Montserrat también dató mediante radiocarbono la base del depósito glaciolacustre de Tramacastilla (en un interfluvio entre los valles de Escarra y Lana Mayor, afluentes a su vez del gran glaciar del Gállego) en 29.400±600 BP, fecha en la que el interfluvio ocupado por el lago quedó libre del hielo. Para entonces debía hacer muchos años que se había alcanzado la máxima extensión de los glaciares de Escarra y Lana Mayor (Montserrat 1992, en García-Ruiz *et al.* 2010: 37). En los últimos años se ha datado la edad de exposición de superficies y bloques mediante elementos cosmogénicos ( $^{10}\text{Be}$ ) en el valle del Ariège, confirmando la clásica visión de asincronía entre glaciaciones montañosas (Calvet *et al.* 2011: 135, Delmas *et al.* 2011: 120, Delmas *et al.* 2012: 83).

Un estudio de Copons y Bordonau (1997) sobre el último ciclo glaciar en el macizo de la Maladeta pone en evidencia la existencia de diferentes fases glaciares correspondientes al último ciclo glaciar. Durante la llamada “Fase inicial” (desde la Fase de Estabilización del Pre-máximo hasta la Fase de Glaciares de Valle), tanto el macizo de la Maladeta como los valles que lo rodean estuvieron totalmente ocupados por glaciares. Posteriormente tuvo lugar la Fase de Glaciares de Altitud, con dos episodios (Glaciares de Valle en Altitud y Glaciares de Circo). En esta fase, a la que Bordonau atribuye una edad comprendida entre 16.000 y 15.000 BP, los glaciares del macizo de la Maladeta experimentaron un importante retroceso. Por último, la Fase de

Glaciares Rocosos, correspondiente al Periodo Tardiglaciario y con una edad comprendida entre 11.000 y 10.000 BP, se caracteriza en los Pirineos por la presencia de glaciares rocosos, ausentes en las anteriores fases glaciares. En esta fase coexistieron glaciares rocosos con glaciares de circo, éstos últimos de dimensiones notablemente menores (Copons y Bordonau 1997), también detectados en la zona del Ariège (Calvet *et al.* 2011: 137).

La deglaciación en la Cordillera Pirenaica también comenzó tempranamente, tal y como se ha demostrado en los complejos de Arudy y Lourdes, en Ariège e incluso en el complejo del Têt en Sant Louis (Calvet 2004: 7). Un estudio de la turbera de El Portalet muestra la ocurrencia de una deglaciación muy temprana en el Pirineo central, hasta el punto de que el fondo del circo estaba ocupado por un lago proglaciario hacia 28.300 BP. Por otro lado, la secuencia sugiere la existencia de un hiato sedimentario y de un cambio brusco en las condiciones paleoambientales en torno a 20.000 BP, coincidiendo con el máximo frío del Pleistoceno superior. En ese momento se reconstruiría el glaciar, que volvería a ocupar el circo. Tras este periodo el hielo se habría retirado de nuevo y se habrían restablecido las condiciones lacustres. De este modo, la deglaciación posterior fue lo suficientemente intensa como para que algunos circos de cabecera quedasen completamente deglaciados, como es el caso del circo donde se asienta la turbera de El Portalet (González-Sampériz *et al.* 2004: 92-93).

Los datos presentados en este apartado ponen de manifiesto la existencia de una Cordillera Pirenaica transitable, al menos en parte, durante el Magdaleniense. Retomaremos de nuevo la cuestión de la deglaciación de los Pirineos en el apartado de conclusiones, cuando tratemos de establecer posibles pasos transitables durante el Tardiglaciario. Será entonces cuando abordemos la deglaciación a nivel más específico en zonas determinadas de la Cordillera Pirenaica.



**Fig. 4** – La glaciación pleistocena de los Pirineos. 1: Máxima expansión de los glaciares (a: durante el Würm; b: durante el Pleistoceno Medio); 2: Principales flujos de hielo y límites de glaciares; 3: Posible extensión de los glaciares de valle durante el Pleistoceno; 4: Principales cuellos de tránsito; 5: Macizos que actualmente contienen circos glaciares residuales. Fuente: Calvet *et al.* 2011: 127.

## 2. EL SÍLEX COMO MARCADOR TERRITORIAL EN LA PREHISTORIA

En el presente capítulo describiremos el sílex abordando, en un primer término, la cuestión sobre su terminología para pasar, en segundo lugar, a la descripción de éste desde una escala geológica, haciendo referencia a su formación, mineralogía y propiedades intrínsecas. Gracias a las propiedades manifiestas en el sílex, que le conceden una alta aptitud para la talla lítica, esta materia fue una de las más utilizadas por las poblaciones de cazadores-recolectores para la confección de su utillaje, a pesar de que su localización en el medio suele ser bastante restringida. Por ese motivo nos adentraremos seguidamente en la noción de territorio en la Prehistoria, haciendo especial énfasis en cuestiones económicas y sociales, para introducir más tarde la idea del aprovisionamiento de materias primas silíceas por parte de los grupos de cazadores-recolectores. En lo que respecta a las nociones de territorio y aprovisionamiento, cabe señalar que únicamente expondremos dicha noción en referencia a los grupos de cazadores-recolectores, no tratando la de los grupos de agricultores-ganaderos. Esta decisión es resultado del objeto del presente estudio, que abarca únicamente el análisis de los materiales líticos de las fases de estos yacimientos ocupados por grupos de economía predatoria.

### 2.1 El sílex y su geología

#### 2.1.1 Terminología

Del latín *silex, -icis*, la palabra sílex designa una roca sedimentaria silícea. El término fue utilizado ya en el s. XVI para dar nombre al material con el que se construían algunos edificios. En España se usó desde el s. XVIII como sinónimo de pedernal pero no fue aceptado por la Real Academia Española (en adelante RAE) como palabra propia hasta mediados del siglo XIX. Tradicionalmente la lengua castellana usó el término pedernal para designar este tipo de rocas, a pesar de haber quedado hoy relegado a un segundo plano (Tarrío 1998). El diccionario de la RAE define el pedernal como *Variedad de cuarzo que se compone de sílice con muy pequeñas cantidades de agua y alúmina. Es compacto, de fractura concoidea, translúcido en los bordes, lustroso como*

la cera y por lo general de color gris amarillento más o menos oscuro. Da chispas herido por el eslabón (RAE 2001).

La palabra *chert* constituye un término inglés de origen incierto que incluye todas aquellas rocas sedimentarias silíceas de grano fino y de origen químico, bioquímico o biogénico. Usado sobre todo por geólogos, debemos considerarlo un anglicismo (Mangado 2005: 21). Por último, *flint* hace referencia en Gran Bretaña a una variedad de nódulos oscuros de gran aptitud para la talla que se recuperan en las cretas cretácicas del sureste de Inglaterra (Mangado 2005: 21).

Si esta terminología puede resultar diversa y poco esclarecedora a ojos del lector, cabe señalar que existen otras denominaciones según hagamos referencia al tipo de afloramiento, al ambiente de formación, al contenido de organismos silíceos, al contenido de impurezas o a la composición mineralógica. Pasamos a definirlos a continuación según se recoge en el trabajo de Tarrío (2006: 45-47).

- Denominaciones derivadas del tipo de afloramiento:
  - Silexita: Término que en Francia hace referencia a los sílex que aparecen en capas.
  - Trípoli: Término usado para designar rocas sedimentarias silíceas que aparecen como masas terrosas o pulverulentas debido a la meteorización de sílex o calizas silíceas. Son rocas porosas, de colores claros y grano fino. Localmente pueden adquirir nombres como *rottenstone* o *novaculita*.
  - Lidita o piedra de toque: Roca silícea que aflora interstratificada en terrenos del Paleozoico (fundamentalmente del Silúrico). Presenta un color negro, grisáceo o azulado, de fractura lisa, opaca y débil brillo.
- Denominaciones derivadas del ambiente de formación:
  - Silcreta: Roca silícea formada por silicificación superficial, asociada a condiciones morfoclimáticas específicas, que cementan y/o reemplazan una roca previa, un depósito de alteración, sedimentos sueltos, suelos... Pueden presentar infinidad de texturas. Thiry *et al.* (1991, en Tarrío 2006) diferenció las silcretas edafogénicas o vadosas (formadas cerca de la superficie del suelo, bajo la influencia directa del clima) de las

silcretas de niveles freáticos (formadas en profundidad sin influencia climática).

- *Meulière*: Término francés definido por Cayeux (1929, en Tarrío 2006) para designar silicificaciones producidas en calizas lacustres.
- Denominaciones derivadas del contenido de organismos silíceos:
  - Diatomita: Roca formada por la acumulación de frústulas (caparzones) opalinas de diatomeas (algas unicelulares). Cuando las diatomeas no se encuentran cementadas reciben la denominación de tierras de diatomeas.
  - Radiolarita: Roca formada por la acumulación de radiolarios (protozoos marinos planctónicos con esqueleto opalino) (fig. 5) que viven en toda la columna de agua y se acumulan en zonas de aguas profundas. Cuando la roca no se encuentra cementada recibe la denominación de tierras de radiolarios.

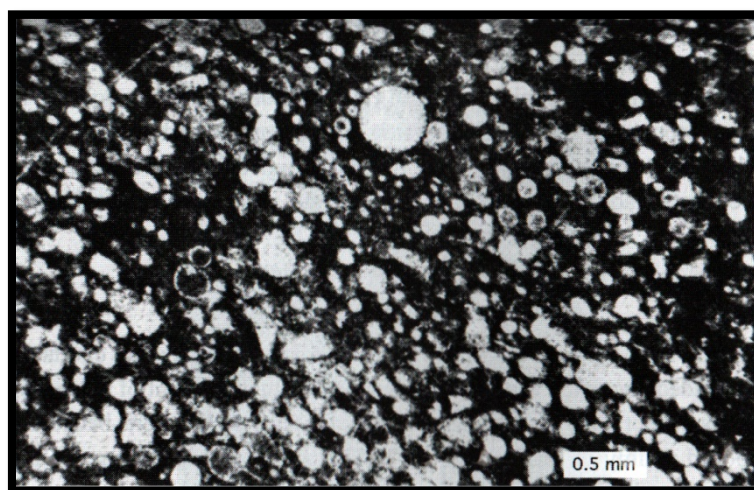


Fig. 5 – Radiolarios observados al microscopio petrográfico. Fuente: Boggs 2009: 481.

- Espiculita: Roca formada por la acumulación de espículas de esponjas silíceas. Aparecen en sedimentos carbonatados de plataformas someras.
- Denominaciones derivadas del contenido de impurezas:
  - *Chaille*: Término francés utilizado para designar aquellos nódulos silíceos ricos en carbonatos, de fractura mate, sin pátina y a pesar de presentar un límite neto con la roca encajante, son inseparables.
  - Jaspe: Roca silícea que posee impurezas de óxidos de hierro. Su color más frecuente es el rojo, aunque presenta una amplia variedad



colorimétrica (fig. 6). Suelen estar asociados a depósitos hidrotermales o a facies volcánicas.



Fig. 6 – Jaspe del Morrot de Montjuic. Fuente: Carbonell *et al.* 1997: Portada.

- Porcelanita: Designa silicificaciones que contienen minerales de las arcillas, independientemente de su génesis.
- Denominaciones derivadas de la composición mineralógica:
  - Calcedonia: Término utilizado para definir las rocas silíceas que engloban las variedades fibrosas del cuarzo. Generalmente posee aspecto translúcido y brillo céreo. Suele presentar morfologías externas botroidales y aparece frecuentemente rellenando cavidades de las rocas. En función de su color o de los bandeados que presenta recibe distintos nombres (ágata u ónice).

Como el lector habrá podido apreciar, son diversas las formas de designar una roca sedimentaria silícea. En el presente trabajo utilizaremos la palabra sílex para denominar a los materiales que presenten las características generales de estas rocas. A pesar de tratarse, en algunos casos, de rocas sedimentarias silíceas de origen lacustre y en determinadas ocasiones siendo nódulos ricos en carbonatos, hemos decidido no hacer uso de los términos *meulière* y *chaille*, respectivamente. Nuestra decisión radica en el hecho de que consideramos la palabra sílex idónea para tratar el conjunto de las rocas silíceas, no queriendo profundizar más en términos que, en algunos casos, únicamente son reconocibles a escalas microscópicas. Masson (1979) ya señaló esta idea : *À la décharge des préhistoriens, il faut rappeler que toutes les définitions des roches siliceuses reposent sur des observations microscopiques et que c'est une échelle d'observation peu pratiquée en Préhistoire classique* (Masson 1979: 31).

### 2.1.2 Origen y formación del sílex

El sílex es, como hemos mencionado anteriormente, una roca sedimentaria. Éstas se forman por procesos físicos, químicos o biológicos que se dan en la superficie de la Tierra o en la parte más externa de la corteza terrestre, siendo conocida como diagénesis los procesos de cambio que experimentan los sedimentos desde que se depositan hasta que forman una roca coherente (fig. 7). Diversos factores controlan la diagénesis, pudiendo ser tanto de orden geofísico (presión, temperatura y tiempo) como geoquímico (pH y presencia de CO<sub>2</sub>) (Mangado 2005: 26).

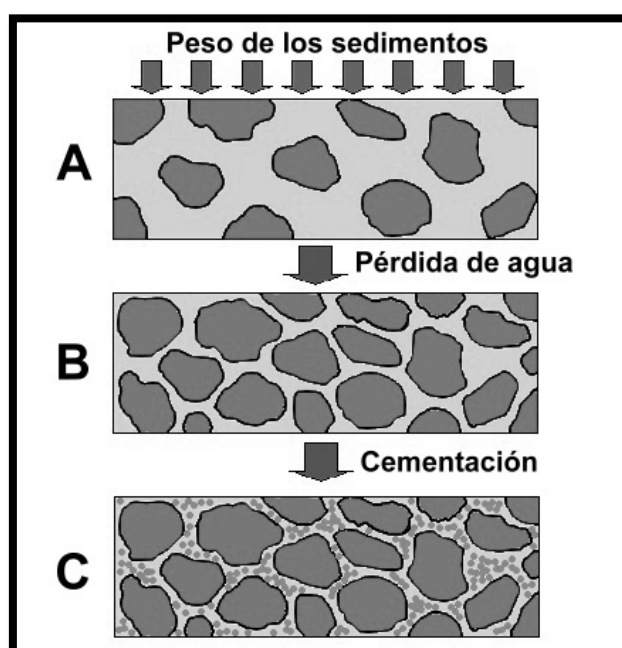


Fig. 7 – Proceso de formación de una roca sedimentaria.

Fuente: <http://contenidos.educarex.es>

Fairbridge (1967, en Mangado 2005) estableció tres fases en el desarrollo de los procesos diagenéticos, la duración de las cuales varía en función de factores como las fluctuaciones eustáticas (cambios en el nivel del mar por causas de escala global) o el tectonismo. Pasamos a describir a continuación dichas fases siguiendo la síntesis realizada por Mangado (2005):

- **Sindiagénesis:** Se trata de la etapa inicial, sincrónica a la deposición y simultánea al enterramiento inicial de la partícula. En esta fase destacan los procesos geoquímicos y el régimen de fluidos se caracteriza por la presencia de aguas intersticiales de las propias aguas atrapadas en el sedimento. Es posible la

diferenciación de dos subestadios. En el primero, de un espesor variable entre escasos milímetros y 50 cm, se desarrolla la actividad de organismos bioturbadores que descomponen la materia orgánica, generando gran cantidad de CO<sub>2</sub>. En el segundo subestadio se da el enterramiento inicial, donde el ambiente ya no es oxidante, sino reductor y en él actúan bacterias anaeróbicas (Mangado 2005: 26).

- Anadiagénesis: Se trata de la fase intermedia o de enterramiento profundo. Durante esta etapa los procesos más destacados son la compactación del sedimento y la maduración del mismo, bajo la influencia de una presión de enterramiento creciente y la expulsión de los fluidos del sedimento, que se compacta. En esta fase tiene lugar la litificación del sedimento (Mangado 2005: 27).
- Epidiagénesis: Fase que tiene lugar tras la exhumación de la roca. La actuación de aguas meteóricas puede modificar el depósito. Los principales procesos epidiagenéticos son la rehidratación y la oxidación.

En las rocas sedimentarias silíceas los procesos diagenéticos pueden ser de diversa índole, siendo dos los más frecuentes: la cementación y el envejecimiento o maduración (Mangado 2005).

1. Los procesos de reemplazamiento o cementación, los más habituales, se dan en todos los contextos geológicos. Estas rocas silíceas aparecen normalmente en forma de nódulos, masas botroidales o cuerpos lenticulares incluidos en otras rocas. Cuando la silicificación afecta a todo un estrato o nivel se presenta en capas y, en ciertos casos, la silicificación puede ser masiva y afectar a una formación completa (Tarrío 2006). Si los minerales de la sílice están sustituyendo a materiales previos hablamos de un reemplazamiento, mientras que si rellenan huecos se tratará de una cementación (Alonso 2010). Según Bustillo (1983), durante este proceso se producen las texturas más características ya que, en el relleno de la porosidad, los minerales silíceos pueden tener superficies libres de crecimiento y, de este modo, mostrar hábitos más característicos.
2. El sílex puede formarse también por transformación de barros biosilíceos compuestos por organismos cuyos caparazones se encuentran constituidos por

sílice amorfa u ópalo-A (radiolarios, espículas de esponja y diatomeas) mediante un proceso diagenético denominado envejecimiento. Durante este proceso el ópalo amorfo, a través de una serie de etapas de disolución-reprecipitación debido a la diferencia de solubilidades, se transforma en cuarzo (Tarrío 2006). Este proceso da lugar a la formación de depósitos laminados de gran espesor que es lo que se conoce como sílex estratificados o *bedded cherts* (Alonso 2010).

3. Una tercera vía de formación de sílex está asociada a los lagos alcalinos, como por ejemplo los de Coorong (Australia) y Magadi (Kenia). Éstos se caracterizan por poseer pH muy alcalinos, que favorecen la disolución de los materiales siliciclásticos, que llegan a los lagos abastecidos por aguas fluviales más dulces. La entrada de esta agua hace disminuir el pH, favoreciendo así la precipitación. La sílice no precipita directamente, sino a través de una fase intermedia que es la magadiita (silicato sódico), que posteriormente se transforma en ópalo (Alonso 2010).
4. Finalmente, Tarrío (2006: 39) señala la existencia de sílex arcaicos y precámbricos en los que la sílice precipitó a gran escala en facies sedimentarias, a menudo asociadas con precipitaciones masivas de óxidos de hierro y siderita.

Como ya se ha hecho referencia, el sílex se presenta en el registro geológico esencialmente en dos tipos de litofacies: sílex estratificados o *bedded cherts* y sílex nodulares o *nodular cherts*.

- En el caso de los sílex estratificados (fig. 8), la estratificación suele ser centimétrica y a veces conserva estructuras sedimentarias. Su formación se da, como ya hemos mencionado, por un proceso de envejecimiento o maduración. Según Mangado (2005: 23), algunos sílex estratificados están asociados con rocas volcánicas, principalmente coladas de lava. El resto suelen relacionarse con calizas pelágicas y turbiditas siliciclásticas y carbonatadas.



Fig. 8 – Sílex tabular del afloramiento de Can Oller 1 (Aiguafreda, Barcelona).

Fuente: <http://www.lithicub.net>

- Los sílex nodulares (fig. 9) se desarrollan principalmente en rocas encajantes carbonatadas y, en menor proporción, en lutitas y evaporitas. La morfología de los nódulos puede ser muy variada. La gran mayoría de los sílex nodulares conservan evidencias que demuestran su origen diagenético por reemplazamiento (Tucker 1975, en Mangado 2005: 23).



Fig. 9 – Sílex nodular de la Serra Llarga (Castelló de Farfanya, Lleida).

Fuente: <http://www.lithicub.net>

### 2.1.3 Mineralogía del sílex

Las rocas sedimentarias silíceas difieren de las carbonatadas o detríticas en su composición mineralógica, siendo en las primeras los minerales de la sílice más abundantes. Éstos se presentan siempre en cantidades superiores al 50%, oscilando normalmente entre el 70 y 90% (Mangado 2005). Los componentes silíceos pueden variar desde sílice amorfa como ópalo-A a sílice ordenada en forma de cuarzo (Tarrío

2006), variando el tipo de disolución en cada caso (fig. 10). Pasamos a continuación a su descripción.

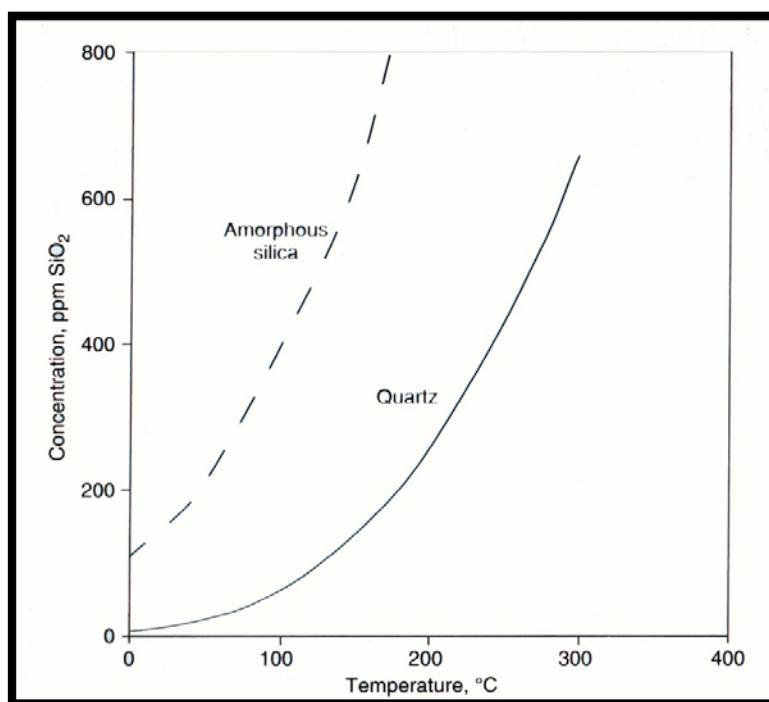


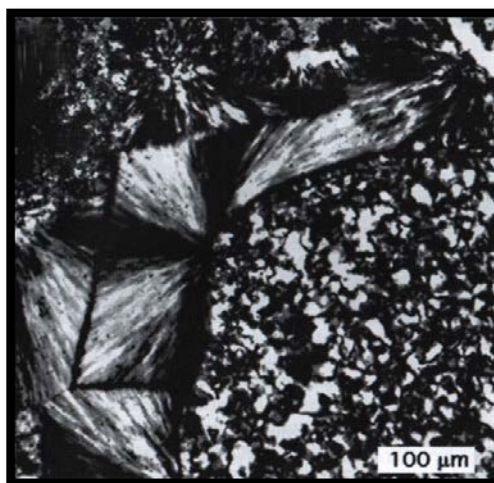
Fig. 10 – Disolución de cuarzo y sílice amorfa en agua en función de la temperatura. Fuente: Boggs 2009: 485.

El **cuarzo  $\alpha$**  es un mineral que se genera en todos los ambientes geológicos, siendo además uno de los más abundantes en la corteza terrestre. Es estable e inalterable en condiciones de presión y temperatura habituales. Cristaliza en el sistema hexagonal y posee un brillo de vítreo a graso. Presenta fractura concoide, no tiene exfoliación y su dureza es de 7 en la escala de Mohs. Las variedades microcristalinas, tanto las granulares (microcuarzo) como las fibrosas (calcedonia), presentan cierto contenido en agua que origina la disminución de su índice de refracción y de su densidad comparadas con los valores que presentan los cristales de megacuarzo (Tarrío 2006). Knauth (1994, en Tarrío 2006) clasifica las variedades cristalinas de la sílice sedimentaria en tres grupos:

- Cuarzo granular microcristalino (microcuarzo): Fase dominante en las rocas sedimentarias silíceas. Presenta un tamaño de cristal de entre 1 y 20  $\mu\text{m}$  y un contenido en agua que oscila del 0.1 al 0.3% en peso. Resulta remarcable el intercrecimiento que suelen presentar en sus bordes los cristales de cuarzo.
- Cuarzo fibroso (calcedonia): Formado por una asociación de fibras constituidas por pequeños cristales de cuarzo no visibles en el microscopio óptico. Fase

presente en la mayor parte de rocas silíceas, pero a menudo como constituyente minoritario. Las fibras se pueden desarrollar irradiándose a partir de un centro adoptando un aspecto esferulítico (fig. 11), o crecer en una misma dirección creando formas botroidales. Presenta un contenido en agua que puede oscilar entre el 0.5 y 2% de su peso, pudiendo ser agua molecular que ocupa libremente los poros; grupos que ocupan superficies internas y regiones con imperfecciones cristalinas; o grupos que ocupan lugares estructurales. En lámina delgada, y en función de la elongación de las fibras, se distinguen:

- Calcedonita (*length-fast chalcedony*): Los cristales de cuarzo se disponen con el *eje C*<sup>1</sup> perpendicular a la dirección de crecimiento de la fibra (calcedonia de elongación negativa).
- Cuarzina-lutecita (*length-slow chalcedony*): Los cristales de cuarzo se disponen con el *eje C* en la misma dirección que el crecimiento de la fibra (calcedonia de elongación positiva). Cuando son de extinción recta, los cristales fibrosos serán de cuarzina, mientras que si la extinción forma un ángulo de 29° con la dirección de la fibra los cristales serán de lutecita.
- Megacuarzo: Aparecen como cristales macroscópicos, subidiomorfos o tapizando cavidades. Presentan un tamaño de cristal superior a 20 μm.



**Fig. 11** – Cemento de calcedonia esferulítica (cuadrante izquierdo) y microcuarzo (cuadrante derecho) observada al microscopio petrográfico con nícoles cruzados. Fuente: Boggs 2009: 480.

<sup>1</sup> Eje cristalográfico paralelo a las aristas de intersección de las caras (Mangado 2005).

El **ópalo** es un mineraloide (esencialmente amorfo) de aspecto externo botroidal y estalactítico. Presenta brillo vítreo y tacto resinoso. Sus colores, variables, oscilan desde el incoloro hasta el oscuro. Posee menor dureza y peso que las variedades microcristalinas del cuarzo. Incorpora moléculas de agua cuyo contenido puede llegar hasta un 20%, aunque a menudo se encuentra en cantidades comprendidas entre el 3 y el 9% de su peso (Tarriño 2006). Según Graetsch (1994, en Tarriño 2006) el grupo de los minerales del ópalo se puede dividir en dos categorías:

- Ópalos microcristalinos: El más abundante es el ópalo CT, formado por interstratificados de cristobalita/tridimita. Por un proceso de maduración el ópalo CT se transforma en ópalo C, siendo éste un ópalo más rico en cristobalita baja y por tanto más ordenado.
- Ópalos no cristalinos: También denominado ópalo A (amorfo). En la naturaleza esta forma de sílice es sintetizada, entre otros<sup>2</sup>, por organismos silíceos (diatomeas, espículas de esponjas y radiolarios). Autores como Langer y Flörke (1974, en Tarriño 2006) hacen una distinción entre ópalo AG (gel amorfo formado por partículas esféricas de sílice donde el agua rellena los intersticios dejados por éstas) y ópalo AN (vidrio amorfo incoloro que suele aparecer como una gruesa corteza milimétrica en rocas volcánicas).

La **moganita**, inicialmente llamada sílice-G, es un polimorfo de la sílice descubierto en la década de 1970 que aparece como variedad microcristalina que cristaliza en el sistema monoclinico. Macroscópicamente aparece como una masa densa gris o marrónácea translúcida con dureza similar a la calcedonia. Bajo el microscopio de luz polarizada presenta una corteza blanca como la pátina de los sílex y muestra una microestructura consistente en fibras dispuestas irregularmente formando haces o manojos de elongación positiva (Tarriño 2006). Aunque existen pocos datos sobre la presencia de esta fase en las rocas de la sílice, se sabe ya que la moganita es una fase metaestable que se puede transformar a cuarzo si transcurre suficiente tiempo o cambio de condiciones. Así, la secuencia de envejecimiento de rocas silíceas que anteriormente hemos presentado (ópalo-A – ópalo-CT – cuarzo) estaría en revisión, ya que la

---

<sup>2</sup> En la naturaleza, esta forma de sílice es sintetizada también por organismos vegetales, resultando los fitolitos (Zurro 2006).



moganita presenta una posición intermedia entre las fases opalinas y el cuarzo (Bustillo 2002).

Los componentes no silíceos presentes en las rocas sedimentarias silíceas, también llamados impurezas, lo forman minerales presentes en el momento de la silicificación u otros añadidos con posterioridad a ésta. Suelen aparecer como partes de matriz no reemplazada, granos o cristales esparcidos como nubes o halos alrededor de fósiles u otras inclusiones. En ocasiones este tipo de componentes no se encuentran inicialmente presentes en el sedimento cuando se ha producido el proceso de silicificación, sino que se han formado posteriormente (Tarrío 2006). Tarrío (2006) enumera y describe los siguientes componentes no silíceos:

- Carbonato cálcico: El Ca y el Sr son los mejores indicadores del contenido en carbonato de los sílex. Según Mangado (2005), los elementos carbonatados pueden llegar a constituir hasta un 25% en determinadas rocas silíceas.
- Minerales de hierro (grupo del Fe y Mn): Los minerales de hierro que aparecen principalmente en los sílex son hematites, limonita, pirita y magnetita, mientras que del manganeso el mineral que más se encuentra en el sílex es la pirolusita (en forma de dendritas). Algunos elementos metálicos pueden sustituir al Fe y Mn, como el Co, Ni y Cu. En ocasiones el hierro y otros metales pueden presentarse asociados a minerales de la arcilla.
- Minerales de la arcilla: Pueden presentar una gran diversidad. Sus principales indicadores son el Al, K y Rb, junto con el Ti, V, Cr y Cs, en cantidades menores.
- Materia orgánica: Los sílex de tonos oscuros generalmente deben su coloración a la presencia de materia orgánica. Los elementos básicos presentes son el H, C, N y O.

Muchos de los componentes no silíceos citados anteriormente únicamente son observables a escala microscópica. A escala macroscópica, y con ayuda de una lupa binocular, será posible identificar, entre otros, cristales de calcita o dolomita o pseudomorfos lenticulares de yeso. Algunos de los componentes no silíceos pueden aportarnos información sobre el medio de formación en el que se originó la roca, así como características del proceso diagenético. Investigadores como Donnelly y Merrill (1977, en Bustillo 1983) piensan que la presencia de un mineral autigénico, como puede

ser la sepiolita o la dolomita, podría marcar una transformación del ópalo, porque al evolucionar éste libera el Mg que llevaba y se forman dichos minerales en su estructura.

#### 2.1.4 Propiedades del sílex

Si el sílex fue escogido de entre las rocas existentes por parte de las poblaciones de cazadores-recolectores de la Prehistoria no siempre fue por su abundancia, pues sabemos de zonas en las que éste fue explotado sin existir fuentes de aprovisionamiento cercanas al yacimiento. Una serie de características intrínsecas lo hicieron ser la materia más utilizada por estos grupos humanos, pues su alta aptitud a la talla les permitió confeccionar el utillaje con el que realizar las actividades de subsistencia ligadas a una economía de caza y recolección.

Tarriño (2006) hace una distinción entre las llamadas propiedades superficiales de lo que se conocen como propiedades mecánicas del sílex. El color, la translucidez y el brillo formarían el primer grupo, que a continuación describimos detalladamente:

- El color: El sílex se caracteriza por poseer una amplia variedad colorimétrica, la descripción de la cual se reduce a la utilización de una carta de color (a menudo se hace uso de la carta de color *Munsell*). Su descripción, sin embargo, es en buena parte subjetiva, dependiendo de factores como el observador, la luz o humedad de la muestra. Por esa razón, y como más adelante expondremos, no debemos utilizar el color como parámetro clasificatorio de nuestro material.
- La translucidez: Muchos sílex se presentan translúcidos en función del contenido que posean de sílice fibrosa (Tarriño 2006). De la misma manera que el parámetro anterior, la translucidez de una pieza depende de factores como el grosor de la muestra o el grado de alteración de la misma. Por ese motivo es un parámetro difícilmente cuantificable.
- El brillo: Varios factores influyen en el brillo del sílex: tamaño del grano, asperezas, porosidad, meteorización, abrasión, alteración térmica y el tipo y cantidad de impurezas (Tarriño 2006), siendo por ello difícilmente cuantificable.

Tras tratar lo que Tarrío (2006) denomina como propiedades superficiales, el lector habrá podido apreciar que los sílex no son uniformes, existiendo una alta variabilidad que puede dificultar su análisis y transmisión entre investigadores. Dicha variabilidad ya fue definida por Masson (1979) refiriéndose a ella en tres escalas de estudio de un sílex:

- Variabilidad sobre el nódulo o plaqueta: Es conocida como zonación. Ésta puede mostrarse mezclada en todo el nódulo, encontrando en todas las lascas que de él salgan las mismas tonalidades, o bien en una bipartición, pudiendo inducir a errores en el estudio de lascas que tengan diferente coloración pero formen parte de un mismo nódulo. Dicha confusión únicamente se solventará tras hallar una muestra en la que esté presente la bipartición de color.
- Variabilidad en el afloramiento: En esta escala también se experimentan cambios de coloración entre nódulos o plaquetas, pero además es posible observar diferencias en la medida de dichos elementos. La mayor variabilidad se observa en las llamadas *meulières* (sílex formado en calizas lacustres), pues las variaciones de facies litológicas y de equilibrio ecológico son mayores que las producidas en los fondos oceánicos (Masson 1979).
- Variabilidad dentro de una misma formación: En esta escala todas las variaciones importantes en la topografía del terreno influenciarán el equilibrio ecológico de los organismos, creando por ello facies litológicas distintas en una misma formación (Masson 1979). De esta manera, será posible delimitar diferentes tipos de sílex según la variabilidad producida a escala regional. Dicha variabilidad también puede conducir a error pudiendo pensar que estamos ante dos tipos de sílex de dos formaciones distintas.

La gran variabilidad observable en las propiedades superficiales del sílex obligará al investigador a hacer uso de una metodología que intente, en la medida de lo posible, hacer frente a dicha variabilidad y que ésta no conduzca a errores en el análisis de los materiales.

Por el contrario, las llamadas propiedades mecánicas del sílex son cualidades definitorias de los diferentes tipos de sílex, siendo al mismo tiempo la razón primera por la que esta materia fue explotada desde la Prehistoria. La principal característica del sílex es que se trata de una roca de fractura concoide, es decir, que su fractura produce

una superficie que presenta elevaciones y depresiones análogas a la forma de una concha (Institut d'Estudis Catalans 1997). Según Cotterell y Kamminga (1987, en Tarrío 2006), una fractura concoide se inicia con la formación de un cono de fractura, también llamado *hertzian cone*, cuyo vértice es el punto donde se le aplica la fuerza con un ángulo aproximado de 136°. En el sílex, al aplicar la fuerza sobre una zona próxima al borde del bloque del que se realizan las extracciones, se obtiene sólo una superficie parcial del cono que se corresponde con la cara ventral del fragmento desprendido.

Las propiedades mecánicas del sílex condicionarán la aptitud a la talla de los mismos, y también su uso o no por parte de las poblaciones que explotaron este recurso lítico en la Prehistoria. Inizian *et al.* (1995: 21), tras la realización de trabajos de experimentación de talla de rocas, definieron tres grados de aptitud a la talla de éstas, pudiendo distinguir las rocas que se tallan muy bien (en la que incluiríamos la mayor parte de sílex), de las que se tallan bastante bien o de las que lo hacen mal. Pasamos a continuación a definir, según Tarrío (2006: 32) las propiedades mecánicas del sílex:

- Homogeneidad e isotropía: La homogeneidad es una medida de la continuidad física de un cuerpo. De esta manera, en un material homogéneo los constituyentes están distribuidos de tal forma que un pequeño fragmento separado de cualquier parte del cuerpo deberá tener constituyentes y propiedades representativas del todo. La isotropía es una medida de las propiedades direccionales de un material. Por ejemplo, un cuerpo granular será isótropo si todos sus granos tienen una orientación al azar y cuando un plano de dimensiones equivalentes lo intercepta en cualquier dirección, corta al mismo en un número igual o equivalente de granos.
- Tenacidad: Es la fuerza que hay que aplicar para producir una fractura.
- Elasticidad: Capacidad de deformación.
- Dureza: Se define como la resistencia de un material a la abrasión, rayado o penetración. Depende de la cohesión, y por tanto, de la estructura y de la composición. Hay varios modos para medir la dureza, siendo el más habitual el uso de la escala de Mohs<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Escala de dureza relativa de los minerales, aceptada universalmente. 1 talco, 2 yeso, 3 calcita, 4 fluorita, 5 apatita, 6 ortosa, 7 cuarzo, 8 topacio, 9 corindón y 10 diamante. Cada uno de estos minerales es capaz de rallar a los que tiene por debajo en la escala, mientras que es rallado por los que le siguen (Institut d'Estudis Catalans 1997).

Dichas propiedades inciden en la aptitud a la talla de los diferentes tipos de sílex, pero otros factores externos como el tallador, la superficie del nódulo a tallar, el tipo de percutor y su masa, la fuerza aplicada o el punto en el que ésta se ejerce también influyen en el proceso de talla. De este modo, y a pesar de que la realización de trabajos de experimentación nos aproxima cada vez más a la talla realizada en la Prehistoria, difícilmente llegaremos a conocer ciertos aspectos de los talladores prehistóricos, como cuál fue la percepción de la aptitud de la talla de los materiales o la noción que tuvieron del territorio referente a las materias primas líticas que en él explotaron.

La introducción sobre el sílex desde una perspectiva geológica resulta para el prehistoriador indispensable a fin de entender cuáles pudieron ser las razones por las que explotar dicho material. No queriendo profundizar más en este momento en aspectos de geología, consideramos indispensable trasladar los datos hasta ahora aportados por esa disciplina a nuestro campo propiamente de prehistoriadores para poder incidir en la noción de territorio en esa etapa cronocultural y tratar así la cuestión del aprovisionamiento por parte de los grupos de cazadores–recolectores.

## 2.2 La noción de territorio

*“Dès que des groupes humains s’approprient et utilisent un espace, celui-ci prend existence et acquiert un sens anthropologique découlant des représentations mentales des formations sociales qui l’habitent et plus spécifiquement, d’évènements, d’activités de production, de croyances et de désirs qui s’y trament”* (Dumais et al. 1987).

Los espacios geográficos son definidos por características estrictamente naturales, pudiendo ser éstas de orden climático, paisajístico, animal y vegetal, entre otras. Como ya mencionaban Dumais et al. (1987), a partir del momento en que entran en juego las variables de orden antrópico que intervienen sobre los espacios geográficos podemos hablar de la existencia de territorios. Los recursos bióticos y abióticos son aquellos elementos geográficos reconocidos culturalmente por su valor en la reproducción económica, social y simbólica de la comunidad, siendo para el arqueólogo una realidad tangible arqueológicamente. En la percepción de los territorios y sus recursos intervienen dos parámetros esenciales: el tiempo y el espacio. Así pues, un territorio es

un elemento dinámico que se transforma, de la misma manera que lo hace la sociedad que lo explota, en función de sus necesidades y capacidades culturales (Mangado 2006).

La noción de territorio lleva intrínseca una aportación de datos naturales (espacio, clima, entorno medioambiental, flora y fauna) y de datos culturales (población y demografía, sociedad y economía, actividades técnicas y simbólicas). El paisaje sería una concepción del territorio según datos naturales y culturales pero propia de cada persona o comunidad, por lo que para el prehistoriador es una percepción difícilmente tangible arqueológicamente, salvo en el caso de “mapas”, como el del yacimiento de Abautz (Utrilla *et al.* 2008). De este modo, como ya señaló Geneste (2004) debemos considerar que los territorios son espacios de interacción social y, por ese motivo, la comprensión de los mismos no puede reducirse exclusivamente al establecimiento de las dimensiones del medio físico explotado. Así, el conocimiento, percepción y apropiación de dichos territorios derivan de las actividades que en ellos se desarrollan, pudiendo constituir entidades no continuas y uniformes sino espacios en los que se incluyen vacíos, zonas de no explotación.

Consideramos la relación de los grupos humanos con el territorio primera y primordial, pues es en él donde tienen lugar sus actividades y de él dependen para su realización. Para Vialou (2005) esta relación está regulada por dos fenómenos: la sedentarización y la movilidad, influenciados directamente por los datos naturales. Según Vialou (2005) la sedentarización designa el hecho de permanecer en un mismo lugar durante un tiempo no determinado pero de una duración tal para dejar huellas tangibles arqueológicamente. Para nosotros, sin embargo, la noción de sedentarización haría referencia a aquellas ocupaciones intencionales del espacio en las que se desarrollan las actividades de subsistencia de las comunidades. De esta manera, y según nuestro parecer, una ocupación puntual del territorio puede dejar huellas tangibles arqueológicas que no tienen por qué corresponderse con cuestiones de sedentarización. Vialou también distingue entre lugares de hábitat (donde se reconocen unidades de ocupación), lugares de enterramiento (que aportan una dimensión simbólica a los territorios) y lugares con representaciones gráficas, plásticas o con arte mueble<sup>4</sup>. Con esta distinción el autor nos acerca a la idea de la existencia de una mentalidad desarrollada en la que la

---

<sup>4</sup> Entendemos que aquellos lugares de hábitat en los que también aparece arte mueble configurarían un espacio que tendría a la vez un valor como unidad de ocupación y lugar en el que desarrollar actividades de carácter simbólico.

diferenciación de espacios en función de necesidades específicas es una realidad para los grupos de cazadores–recolectores de la Prehistoria. Dichas comunidades concibieron un territorio que explotaron en función de sus necesidades, estableciendo al mismo tiempo lugares específicos para la realización de unas actividades concretas. Vialou incide con fuerza en la existencia de lugares simbólicos en la Prehistoria, distinguiendo los de enterramiento y los que contienen arte mueble de los de hábitat. Pensamos que esta diferenciación puede conducir a error, pudiendo creer que los lugares de enterramiento y con representaciones tienden a estar separados de los de hábitat y son tan abundantes como éstos<sup>5</sup>. Además, creemos que, de la misma manera que se realiza una diferenciación entre lugares de enterramiento y de arte mueble como sitios simbólicos, se debería también diferenciar entre lugares de hábitat y lugares especializados en función del tipo de actividad que en ellos se desarrolla (talleres de talla lítica, sitios de descuartizamiento y procesado de carne...). El hallazgo de yacimientos con áreas de actividades específicas marcaría no sólo la existencia de una estructuración del espacio, sino también de una organización social.

Por otro lado, las estrategias de movilidad son complejas, multidimensionales y varían ampliamente, pero su estudio constituye un elemento fundamental para establecer los niveles de definición de la territorialidad de los grupos humanos. Los desplazamientos económicos y simbólicos permiten al arqueólogo una aproximación a dichas estrategias de movilidad, que están íntimamente relacionadas con las de sedentarización. De una parte, la explotación de los recursos bióticos y abióticos por parte de los grupos humanos permite incidir en los comportamientos técnicos y de subsistencia alimentaria que les condujeron a desplazarse a la búsqueda de unos recursos determinados. De otra, y como ya hemos hecho mención anteriormente, las formas de arte parietal y mueble permiten abordar las especificidades culturales y el valor simbólico de los territorios.

Pero si concebimos una percepción dinámica del territorio observaremos la movilidad de los grupos humanos y la existencia de una organización de las actividades en el seno del territorio. Para explicar dicha movilidad se han propuesto dos modelos (Binford 1980) (fig. 12):

---

<sup>5</sup> Los yacimientos conocidos con lugares de enterramiento del Paleolítico superior europeo son algo menos de un centenar y la mayor parte de ellos están en relación con espacios de hábitat.

- Modelo residencial / *forager*: Los grupos humanos se desplazan hasta los recursos. El consumo es inmediato, por lo que existe una escasa planificación y anticipación, dando lugar a una organización simple.
- Modelo estratégico / *collector*: Mediante el establecimiento de campamentos estacionales se traen los recursos al campamento multi-estacional. En este modelo se da una especialización de yacimientos y de los individuos, siguiendo una planificación importante así como una organización compleja. El consumo es diferido, dando lugar a la existencia de un stock.

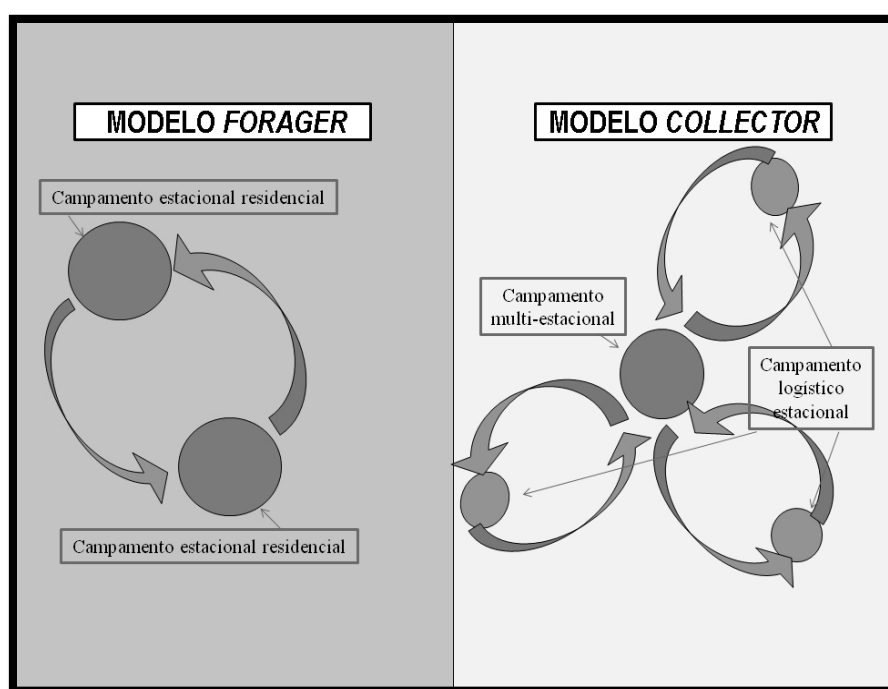


Fig. 12 – Modelos de movilidad en el territorio propuestos por Binford (1980).

Los grupos humanos de la Prehistoria pudieron seguir ambos modelos, en función quizás de los recursos naturales por los que estaban directamente influenciados. Para el arqueólogo, la aproximación al conocimiento de dicha movilidad es posible mediante el estudio de un conjunto de yacimientos en un territorio determinado y que sean de una cronología arqueológicamente contemporánea. Sólo mediante el análisis de diversos yacimientos podremos intuir el modelo o los modelos seguidos de organización del territorio.



Como en el capítulo posterior podremos observar, en los inicios de la investigación en Prehistoria se realizó una aproximación a los recursos que únicamente tenía en cuenta los recursos bióticos, quedando relegado entonces el estudio de los abióticos. En el presente trabajo el principal objeto de investigación serán los recursos abióticos líticos, el estudio de los cuáles nos va a permitir incidir en las estrategias de movilidad ligadas a cuestiones económicas y al aprovisionamiento de dichos recursos. En función de la duración de la explotación podremos hacer una distinción entre los territorios recurrentes -cuando el registro material presenta una buena representación de los recursos disponibles en el entorno- de los llamados territorios de frecuentación accidental -el registro arqueológico reflejará un escaso conocimiento de los recursos de la zona-. Así mismo, el estudio de este tipo de recursos nos va a permitir evaluar las conductas antrópicas en términos de movilidad y territorio según unas variables determinadas: las distancias físicas -la lejanía o proximidad de los recursos al lugar de hábitat o zonas transitadas regularmente-, los parámetros temporales -cómo pudieron variar las estrategias seguidas a través del tiempo-, y los parámetros sociales -¿pudieron influir aspectos no tangibles arqueológicamente, como los simbólicos, en la elección de determinados recursos y el rechazo a la explotación de otros?

### **2.3 El aprovechamiento del sílex en la Prehistoria**

Por las propiedades intrínsecas que presenta, -fractura concoidea y propiedades mecánicas que permiten una alta aptitud para la talla-, el sílex ha sido la materia prima lítica por excelencia de la Prehistoria, al menos en la Europa occidental. Su aprovechamiento por parte de los grupos humanos hace de su estudio un marcador de explotación espacial a nivel geológico y geográfico que sirve a los prehistoriadores como transmisores de información cultural. A pesar del gran uso del sílex a lo largo de la Prehistoria, cabe resaltar que los grupos de cazadores-recolectores no únicamente explotaron este material. Así, el cuarzo o la cuarcita fueron ampliamente utilizados especialmente durante las primeras etapas de la Prehistoria y, en lugares donde otros recursos líticos abundaban y eran aptos para la talla también fueron explotados<sup>6</sup>. En el

---

<sup>6</sup> Un ejemplo de la explotación de diversas materias primas líticas en el Paleolítico superior lo presenta el yacimiento magdaleniense al aire libre de Montlleó (Prats i Sansor, Cerdanya), que analizamos en el capítulo 6. En este sitio,

presente trabajo, sin embargo, centraremos nuestra atención en el caso del sílex como materia prima lítica explotada por ser el material mayoritario en los conjuntos objeto de estudio.

Como Kuhn señaló en 2002, el estudio de las economías de materias primas parte de dos premisas fundamentales. Por un lado, se entiende que los instrumentos líticos proporcionan una ventaja al grupo que los tiene. Por otro, sabemos que existe una discontinuidad entre las necesidades y el acceso a los recursos (Kuhn 2002). De esto se desprende que el aprovisionamiento en materias primas varía según las necesidades de los grupos humanos, sus tradiciones tecnológicas y la influencia de las condiciones medioambientales. Por ello, Kuhn distingue tres tipos de estrategias potenciales de aprovisionamiento: los *provisioning places* (se amontonan materias primas en un lugar del territorio con el fin de realizar actividades concretas), los *provisioning individuals* (los individuos se aprovisionan con aquellos instrumentos y materias que posiblemente utilizarán) y las *provisioning activities* (consistiría en el aprovisionamiento en función de las actividades, es decir, en la producción de artefactos a medida que surgen las necesidades). Las dos primeras estrategias implicarían una planificación mientras que es de suponer que la tercera únicamente se llevaría a cabo en aquellos lugares en los que la materia prima fuera abundante.

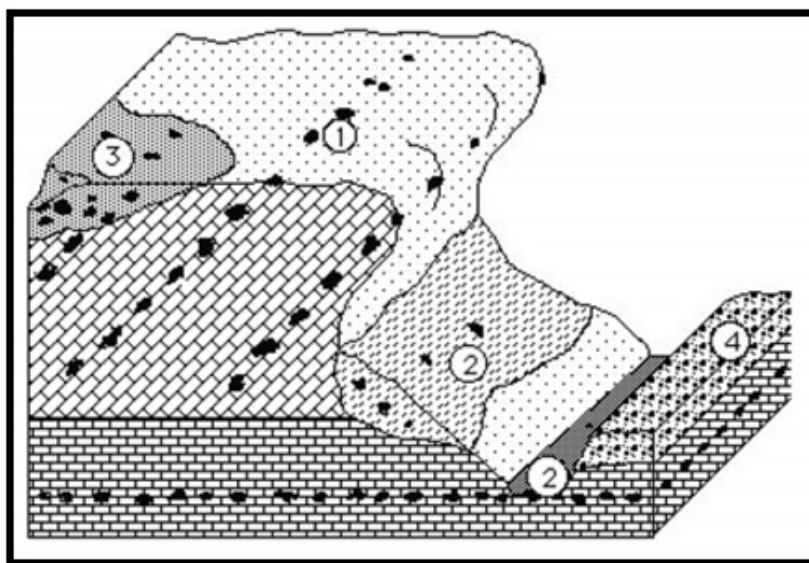
El aprovisionamiento de los recursos del territorio puede llevarse a cabo mediante lo que sería una explotación directa, en la que los grupos humanos se proveen directamente de los recursos, o bien una explotación indirecta por la vía del intercambio con otras comunidades. Conocer la procedencia de los sílex que aparecen en un yacimiento arqueológico no es tarea sencilla, pero más arduo aún resulta averiguar el tipo de explotación. Poca es la información tangible que pueda llegar al arqueólogo sobre los posibles intercambios entre grupos poblacionales. La aparición de un útil producto de una técnica de talla sin paralelos en un yacimiento podría poner de manifiesto la existencia de un intercambio puntual entre grupos, pudiendo seguir una vía de comunicación como puede ser la de un curso fluvial, aunque también podría ser simplemente el resultado de una producción lítica fuera del yacimiento por parte del mismo grupo, que únicamente llevaría al yacimiento el objeto final. De este modo, la

---

además del sílex, material que no aflora en las inmediaciones del yacimiento, se explotaron materias locales como el cuarzo, la cuarcita, la riolita o el cristal de roca.

posible existencia de intercambios entre grupos es raramente identificable en el registro arqueológico para el arqueólogo.

Para las fuentes de materia prima (explotación directa), hacemos una distinción entre los afloramientos primarios y los conocidos como secundarios (fig. 13). Definimos un afloramiento primario o una fuente de origen primario como aquella área en la que el material no ha sufrido ningún proceso de transporte por lo que se halla en su estrato de formación original. En el caso del sílex, se trata de determinados niveles de rocas sedimentarias (calizas y evaporitas) que contienen en su interior morfologías nodulares o tabulares de sílex (Mangado 2004). Algunos autores (Simonnet 1999) hacen una distinción entre afloramiento primario y subprimario, encontrándose en este último el material ligeramente desplazado del lugar de formación original, como en derrubios de vertiente.



**Fig. 13** – Diferentes tipos de depósitos de sílex: 1) primario; 2) subprimario (en depósito de vertiente); 3) subprimario (coluviones); 4) secundario. Fuente: Turq 2005: 116.

Las fuentes de materia prima de origen secundario (afloramientos secundarios) serían aquellas en las que los materiales han sufrido un proceso de meteorización y/o erosión que los ha desplazado por gravedad desde su lugar de origen inicial, pudiendo padecer en algunos casos más de un proceso de transporte y sedimentación, siendo el caso de los sílex que aparecen en playas y terrazas fluviales, en los que ha sido separado de la roca encajante y presenta signos evidentes de transporte.

Ambos tipos de afloramientos (primarios y secundarios) son susceptibles de haber sido explotados por los grupos humanos de la Prehistoria, si bien presentan características diferentes. Por un lado, en los depósitos primarios hallamos más cantidad de materia prima, pero a menudo con procesos de fracturación y diaclasas importantes, impidiendo su explotación por parte de las poblaciones humanas. Por otro, los depósitos secundarios, a pesar de ser más difíciles de documentar durante la prospección y ofrecer menos materia prima, suelen presentar bloques más homogéneos y aptos para la talla. En ellos, el material presenta evidentes signos de transporte (rodamiento, pulido y trazas de impacto, especialmente).

Pero si bien deducimos que los depósitos secundarios pudieron ser los más utilizados en la Prehistoria por su facilidad de acceso y proximidad a los recursos hídricos<sup>7</sup>, resulta complicado establecer el origen preciso de los sílex hallados en un yacimiento arqueológico. Para ello, el conocimiento y la prospección de terreno son indispensables.

Así mismo, la accesibilidad a los recursos está estrechamente relacionada con una serie de variables, siendo éstas la cantidad y calidad del material y la distancia entre el asentamiento y las zonas de aprovisionamiento. Wilson estableció un Modelo de Gravedad (*Modèle de Gravité*) (Wilson 2010) con una fórmula de gasto-beneficio para calcular la fuerza de atracción de los afloramientos de materias primas en una región teniendo presentes estas variables.

En la siguiente fórmula matemática (fig. 14) A(s) corresponde a la capacidad de atracción de la fuente de materia prima. La calidad se suma de 0 a 16, siendo 16 excelente. La extensión (de la fuente) se mide con cifras de 1 a 4, siendo 4 muy grande (de más de 100 metros de diámetro). La dificultad del terreno se calcula en valores de Kcal/km teniendo en cuenta los cambios de pendiente. La extracción representa el esfuerzo necesario para conseguir el módulo de materia y la rareza la dificultad de encontrar un módulo apto para la talla (de 1 a 4, donde 1 es muy abundante).

---

<sup>7</sup> En aquellas cuencas en las que hay afloramientos primarios de sílex, es habitual encontrar guijarros en el cauce de los ríos debido a la dureza del material, que soporta los agentes que lo erosionan y transportan.

$$A(s) = \frac{\text{Calidad} \cdot \text{Extensión} \cdot 100}{\text{Dificultad del terreno} \cdot \text{Extracción}} \times \frac{\text{Dimensiones}}{\text{Rareza}}$$

Fig. 14 – Fórmula coste-beneficio para calcular la fuerza de atracción. Fuente: Wilson 2010.

El Modelo de Gravedad presentado por Wilson intenta, mediante una fórmula matemática, una aproximación a las estrategias de explotación de los recursos por parte de los grupos humanos. Las diferentes variables que intervienen en la explotación de los recursos (calidad, cantidad y distancia entre el afloramiento y el yacimiento arqueológico) condicionan los modos de circulación de las materias primas. Así, el territorio de aprovisionamiento será el conjunto de fuentes de materia prima de un determinado grupo litológico. Este territorio únicamente representará la zona medioambiental de la que provienen los materiales que se han reunido en un yacimiento arqueológico tras su abandono, no pudiendo precisar sobre el modo en el que llegaron allí dichos materiales.

La determinación de las fuentes de aprovisionamiento de materias primas para la elaboración de artefactos constituye el primer episodio para el estudio de la cadena operativa lítica (Geneste 1992). El estudio de las estrategias de aprovisionamiento puede llevarse a cabo desde un punto de vista sincrónico, en el que observar los diferentes comportamientos de adquisición de la materia prima, o bien desde una perspectiva diacrónica, gracias a la cual será posible observar los cambios en el entorno y en las conductas económicas y sociales de las poblaciones humanas. La disciplina que se encarga de estudiar esta primera fase de la cadena operativa lítica es la Arqueopetrología, a la que se dedica el próximo capítulo.

### **3. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DEL SÍLEX EN ARQUEOLOGÍA. LA ARQUEOPETROLOGÍA**

En el presente capítulo trataremos de definir la Arqueopetrología como disciplina, haciendo hincapié en el origen, evolución y actual desarrollo de este ámbito de estudio estrechamente en relación con la Arqueología. Seguidamente expondremos la diversificada metodología de estudio que se aplica en Arqueopetrología, variable en función de la escala de observación de la que se haga uso. El objeto principal de este capítulo es hacer una primera aproximación sobre el origen de esta disciplina para posteriormente introducir al lector en la metodología de análisis utilizada para la elaboración de la presente tesis doctoral.

El análisis de los útiles prehistóricos debe concebirse desde dos perspectivas diferentes y complementarias, pudiendo ser entendido el útil como elemento natural y cultural (fig. 15). La Arqueopetrología es la disciplina vinculada a la Arqueología que analiza los útiles desde una perspectiva natural, describiendo y comparando las características geológicas de los elementos a fin de poder establecer un corpus empírico de datos que facilite su interpretación arqueológica. El estudio de los componentes mineralógicos, estructurales y texturales de las rocas puede ayudarnos a situarlas en un espacio geográfico y en un tiempo geológico vinculados a su formación, pudiendo funcionar el útil, desde su perspectiva natural, como un buen marcador espacial. Por otro lado, y al ser las rocas silíceas rocas con memoria (Masson 1981, en Mangado 2005) debemos describir y comparar los útiles como elementos culturales, humanizando los restos y definiendo sus características técnicas y funcionales para poder analizar las cadenas operativas líticas y establecer, de este modo, un corpus empírico de datos. Por estos motivos, el análisis de las materias primas es básico para comprender comportamientos económicos estrechamente en relación con los patrones de aprovisionamiento y de movilidad de los grupos humanos (Mangado 2004).

De este modo, a pesar de resultar esta disciplina eficaz en la solución de determinados problemas arqueológicos, como cuestiones de movilidad y ocupación del espacio, no existe una metodología uniforme de trabajo, como tampoco una única técnica analítica

que sea clave. El compendio de técnicas de estudio de índole diversa a escalas de análisis variadas nos permitirá incidir en los problemas arqueológicos planteados.

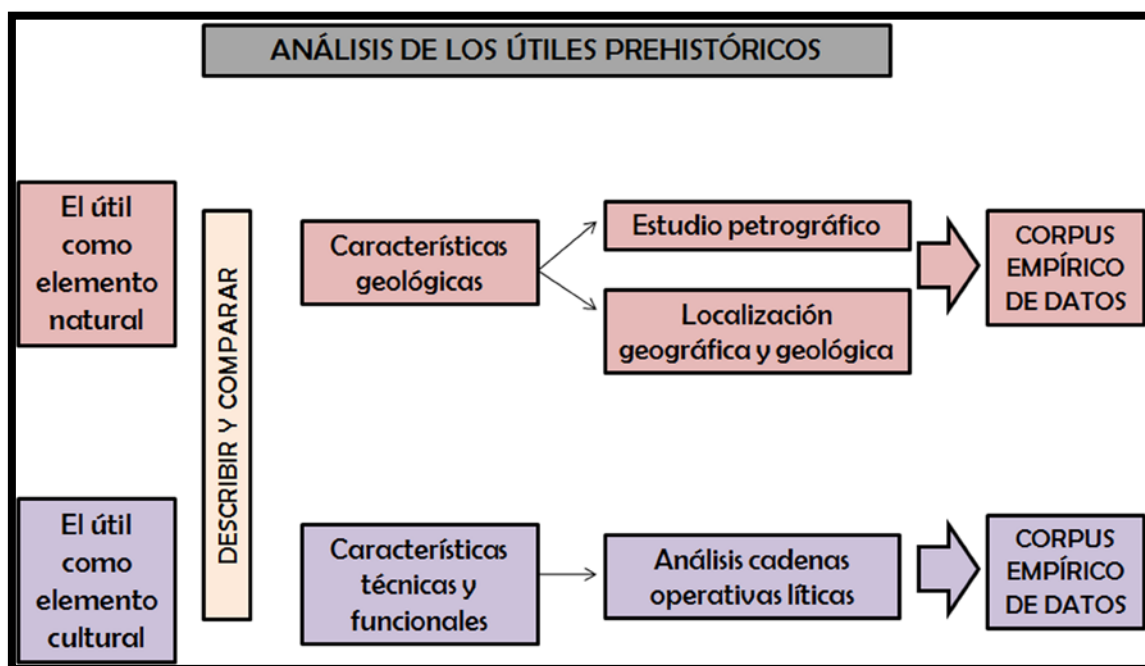


Fig. 15 – La concepción del análisis de los útiles prehistóricos. Fuente: Mangado 2004: 11. Modificada.

### 3.1 Historiografía. De los orígenes de la disciplina al futuro de la misma

El interés por las materias primas líticas siempre ha existido, a pesar de haber experimentado un gran auge en las últimas décadas. Este interés está estrechamente en relación con la necesidad de aproximación al conocimiento del primer estadio de la cadena operativa lítica (*chaîne opératoire lithique*). Este concepto fue creado a inicios de los años 50 del siglo pasado<sup>8</sup> e introducido en el estudio tecnológico lítico por Leroi-Gourhan, quien lo popularizó. Actualmente este concepto es la base del análisis de elementos líticos, siendo el objeto principal de la Arqueopetrología el primer estadio de la cadena operativa lítica. A continuación exponemos, basándonos en los trabajos de síntesis realizados por Terradas (1996), Mangado (2005) y Tarrío (2006), un breve resumen historiográfico desde los orígenes de la disciplina arqueopetroológica al futuro de la misma.

<sup>8</sup> En 1947 M. Mauss señala la necesidad de estudiar la actividad técnica a partir de los diferentes momentos que se pueden distinguir en la fabricación de un producto, desde el estadio inicial en que se halla cualquier material hasta que llega a ser un objeto acabado. Será M. Maget quien en 1957 comenzará a hablar de *cadena de fabricación o de operaciones*, insistiendo en la necesidad de estudiar las actividades a distintos niveles (Terradas 1996: 27).

### 3.1.1 Los primeros trabajos

El interés en conocer el origen de los materiales líticos que aparecen en las excavaciones arqueológicas ha sido siempre un hecho destacado por parte de los arqueólogos, pero no fue hasta los años veinte del siglo pasado cuando se materializaron los primeros resultados, llevados a cabo con frecuencia por geólogos. En relación a las materias primas silíceas recuperadas en diversos yacimientos arqueológicos de Alemania se llevaron a cabo las primeras tesis centradas en el estudio de la caracterización petrográfica de los restos (Keller 1920; Deecke 1933, en Mangado 2005). En España, el geólogo y naturalista Maximino San Miguel de la Cámara desarrolló entre 1918 y 1919 diversos estudios petrográficos sobre rocas pulimentadas, orientados a conocer el origen de útiles de cronología neolítica y calcolítica.

En los años treinta del siglo XX se publicaron algunos artículos especializados sobre materias silíceas como el desarrollado por Deflandre (1936, en Mangado 2005) sobre la aplicación de otra metodología para el estudio científico del sílex. Deflandre realizó un análisis micropaleontológico de los microfósiles planctónicos conservados en sílex marinos, importante para poder datar el momento de formación de dichas silicificaciones.

### 3.1.2 Hacia la construcción de una metodología común

Tras el parón en la investigación producido con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial en Europa y la Guerra Civil en España, en los años cincuenta y sesenta se trabajó para la obtención de una metodología de estudio común. La petrografía y la micropaleontología se asentaron como los métodos fundamentales para la caracterización de materiales sedimentarios silíceos (Mangado 2005).

También en la década de 1960 se crearon las primeras litotecas regionales de referencia. Hay que destacar el papel que realizó la Litoteca de la Cuenca de Aquitania, por ser una de las primeras que se crearon y funcionar como referente para muchas otras (Tarrío 2006). La puesta en marcha de las diferentes litotecas permitió no únicamente conocer en profundidad la geología y las litologías aflorantes de cada región, sino también resultó un lugar de acogida para las nuevas generaciones de arqueólogos que,



interesados en conocer el primer estadio de la cadena operativa lítica, harían de las litotecas el punto de arranque de sus investigaciones.

### 3.1.3 Sistematización de los estudios

En los años setenta del siglo XX se sistematizaron los estudios en esta disciplina gracias a dos hechos importantes. Por un lado, la realización de analíticas complejas aumentó -caracterizaciones físicas y químicas de materiales-, tendiendo cada vez más hacia una generalización. Por otro, se celebraron los primeros congresos internacionales sobre el sílex: *International Flint Symposium*, siendo los tres primeros en Holanda (1971, 1975 y 1979) y posteriormente cada cuatro años en diferentes ciudades europeas (Brighton, Inglaterra, 1983; Burdeos, Francia, 1987; Madrid, España, 1991; Warszawa, Polonia, 1995; y Bochum, Alemania, 1999) (Tarrío 2006). Posteriormente, una comisión de la *Union International de Sciences Préhistoriques et Protohistoriques* (UISPP) ha sido la encargada de retomar este tipo de congresos centrados en la minería del sílex (París, 2007; Madrid, 2009; Viena, 2010).

### 3.1.4 Arqueopetrología o Petroarqueología: Demars vs. Masson

Durante la década de 1980 se desarrollaron en Francia diversas tesis doctorales sobre la disciplina arqueopetroológica. De vital importancia por la influencia que tuvieron posteriormente en la Península Ibérica fueron las de A. Masson (1981) y P.Y. Demars (1982). Estos dos investigadores plantearon dos metodologías que estuvieron enfrentadas durante años. Demars utilizó para su caracterización únicamente criterios de descripción macroscópicos, lo que entró en fuerte controversia con Masson, quien prefirió el uso de técnicas de carácter microscópico para desarrollar sus investigaciones.

Así, y a raíz de los estudios desarrollados en Francia por Demars y Masson, en la Península Ibérica se abrieron tres vías metodológicas distintas sobre el estudio de las materias primas líticas. Por un lado, los propios arqueólogos, siguiendo los trabajos de Demars, prosiguieron con una caracterización de los materiales a escala macroscópica. Paralelamente se produjeron caracterizaciones mediante la aplicación de técnicas analíticas microscópicas y físico-químicas propias de la Geología. Los casos de

colaboración entre arqueólogos y geólogos fueron puntuales (Doce y Alcober 1997, en Mangado 2005), pero rápidamente surgieron divergencias entre ambas disciplinas.

De otra parte, a finales de la década de los ochenta, surgió una tercera vía que es la que prospera en la actualidad y en la que nosotros nos inserimos. Prehistoriadores con una formación de carácter histórico-arqueológico comenzaron a formarse en la disciplina geológica, concretamente en los campos de la petrología sedimentaria y los análisis físico-químicos, desarrollando a finales de los noventa y en los primeros años del siglo XXI tesis doctorales en las que hacían uso de técnicas macroscópicas y de analíticas físico-químicas para estudiar materiales arqueológicos líticos (ej. Terradas 1996; Mangado 2005). Asimismo, también se ha dado en la Península Ibérica el caso contrario, en que un investigador formado como geólogo se ha interesado por el problema arqueológico (ej. Tarrío 2006).

Por las divergencias surgidas a raíz de la metodología aplicada, dos son los posibles modos de nombrar esta disciplina. Hasta el momento hemos hecho mención únicamente del término Arqueopetrología, pero cabe señalar que hay quien, desde una perspectiva en la que predomina la vertiente geológica, llama a esta disciplina Petroarqueología. En el presente trabajo hemos optado por utilizar el término Arqueopetrología pues al ser nuestra formación de carácter arqueológico, pensamos que el uso de técnicas analíticas propias de la Geología es el medio del que disponemos para resolver las dudas planteadas al inicio de la investigación, de carácter totalmente arqueológico.

### 3.1.5 Presente y futuro de la disciplina

Como el lector habrá podido observar, y especialmente en la Península Ibérica, la Arqueopetrología se encuentra en una fase incipiente de la investigación. En 1996 Terradas definía el estado “actual” -a finales de los noventa- como precario, por la escasez de trabajos especializados, la disparidad de la escala espacial y temporal considerada y la diversidad de la naturaleza de los datos (Terradas 1996). Hoy, casi veinte años después, el aumento progresivo de publicaciones, la realización de congresos especializados -el más reciente tuvo lugar el pasado 2011: *Sílex: trazadores litológicos de larga distancia durante la Prehistoria* (Burgos, 2011)-, la creación de litotecas virtuales -ejemplo de la Litoteca de la Universidad de Barcelona (Sánchez *et*

al. 2014) así como la formación de nuevos investigadores en el campo de la Arqueopetrología -en el que nos incluimos-, creemos está ayudando al desarrollo de esta disciplina. Así, esperamos que en los años venideros la Arqueopetrología se asiente como la disciplina que ayude a resolver ciertos problemas arqueológicos planteados en cuestiones de movilidad y ocupación del espacio en la Prehistoria, llegando a estar presentes los estudios arqueopetroológicos en la totalidad de informes y memorias sobre excavaciones arqueológicas en las que aparezca industria lítica.

### **3.2 Metodología del estudio arqueopetroológico**

Como en toda disciplina científica, la Arqueopetrología también precisa de la aplicación de una metodología que tienda a la universalidad y a la facilidad de transmisión de conocimientos entre investigadores. Por ello, desde hace algunas décadas diversas generaciones de arqueopetroólogos vienen intentando definir una metodología que se adapte a las necesidades de cada momento. Como resultado, hoy contamos con dos grandes estadios de caracterización arqueopetroológica en función de la escala de observación a la que se someta el objeto a analizar. Cada uno de estos grupos tiene una serie de ventajas, pero también inconvenientes. La combinación de ambos estadios de caracterización y el uso apropiado de cada uno de ellos en el momento preciso es esencial a fin de obtener resultados válidos. Por ello, a continuación presentamos las técnicas más comúnmente utilizadas de análisis macroscópico y microscópico.

Antes de abordar la descripción de las distintas técnicas utilizadas en el análisis arqueopetroológico haremos mención y trataremos los diferentes pasos que debe seguir toda buena caracterización (fig. 16).

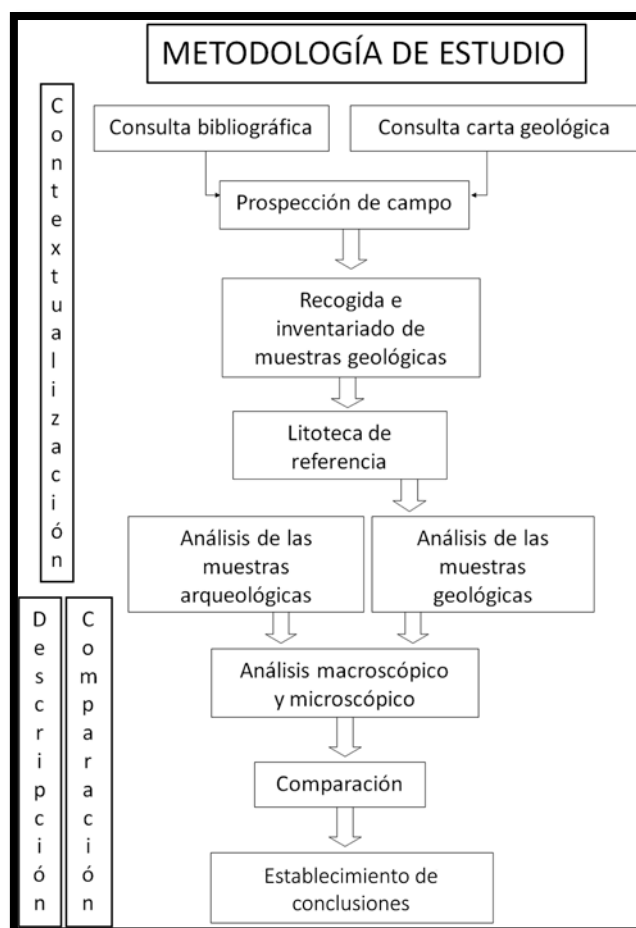


Fig. 16 – Esquema con los pasos que debe seguir toda caracterización arqueopetroológica.

### 3.2.1 La contextualización geográfica y geológica

El primer estadio de todo análisis arqueopetroológico es la contextualización a nivel geográfico y geológico del área de estudio. Como se ha podido observar en el capítulo anterior, los grupos humanos de la Prehistoria vivieron en una relación muy estrecha con el medio natural que les rodeó, pues en él tuvieron lugar sus actividades económicas, sociales y simbólicas. En lo que concierne a las materias primas líticas, estas poblaciones humanas explotaron el medio natural a fin de localizar las litologías que más se adecuaban a sus necesidades, siendo las rocas silíceas las más buscadas.

Nuestro interés como arqueopetrólogos es localizar las formaciones primarias en las que afloran las materias silíceas explotadas en los yacimientos objeto de estudio pues, a pesar de ser los afloramientos secundarios los más utilizados por los grupos de la Prehistoria para su abastecimiento, las formaciones primarias permiten observar las rocas silíceas sin procesos de alteración postdeposicional. Además, los afloramientos

primarios también funcionan como marcadores espaciales, pues definen, aunque a gran escala, zonas que pudieron ser frecuentadas por los grupos prehistóricos.

Por los motivos que acabamos de exponer, consideramos indispensable adquirir un buen conocimiento a nivel geográfico y geológico del área de estudio. Para ello, la consulta de la cartografía existente, así como la de trabajos bibliográficos que puedan haber tratado, aunque con leves pinceladas, cuestiones sobre la geografía o la geología de la región, pueden ser de gran interés. Del mismo modo, consideramos muy recomendable el contacto con las gentes del lugar, pues son quienes conocen en profundidad el terreno y nos pueden aportar datos que muy difícilmente podamos localizar sobre papel.

### 3.2.2 La prospección de campo

El paso siguiente de todo estudio arqueopetroológico es la prospección de campo en busca de los posibles afloramientos localizados en el primer estadio de la investigación. Este estadio es esencial, pues a pesar de poder localizar en la cartografía geológica litologías de nuestro interés, cabe recordar que estos mapas se realizan para responder a las necesidades de geólogos -poco proclives al estudio de las rocas silíceas en general-. Además, generalmente estos mapas se encuentran a gran escala (1:50.000) por lo que los depósitos de carácter secundario de pequeño tamaño (derrubios de vertiente, terrazas fluviales) o no suelen aparecer cartografiados, o no muestran descripciones sobre las litologías que presentan (Mangado 2005). Por estos motivos, el arqueopetroólogo se ve en la necesidad de elaborar un registro geológico propio, que debe ser exhaustivo, labor que supone un esfuerzo considerable.

La prospección de campo debe contemplar los depósitos que presenten sílex de manera original (afloramientos primarios) pero también aquellos puntos en los que el sílex se encuentra desplazado de su lugar de formación original debido a agentes naturales. Cada depósito debe ser descrito y muestreado, referenciándose toda la información en fichas de muestreo especialmente diseñadas para ello, y que deben contener el máximo de información posible. Asimismo, las muestras recogidas también deben ser inventariadas debidamente para facilitar su posterior análisis en el laboratorio (Mangado 2005).

La creación de una ficha de registro de la prospección es clave para poder obtener la máxima información y evitar que se pierdan datos de importancia. A día de hoy no existe una ficha de registro universal y nos atreveríamos a decir que coexisten tantas como arqueopetrólogos. Con el fin de obtener fichas unificadas, distintos proyectos han reunido investigadores de índole diversa para intentar establecer unos patrones comunes de registro. En 2003, bajo la coordinación de X. Terradas, se desarrolló una Red Temática financiada por la Generalitat de Catalunya con el título *Estudio de la disponibilidad de rocas silíceas para la producción de instrumental lítico en la Prehistoria*, que logró consensuar una ficha para inventariar y documentar afloramientos de rocas silíceas en la región objeto de estudio: Catalunya (Terradas *et al.* 2006). Actualmente, el proyecto *Palmesopyr: Entre el Ebro y el Garona, los Pirineos durante el Paleolítico y el Mesolítico*, continuación del proyecto previo *Prehistopyr: los Pirineos prehistóricos, recursos económicos y territorios de los cazadores-recolectores del Paleolítico superior al Mesolítico*, ambos coordinados por X. Mangado, tiene como objetivo desarrollar una red de intercambios de información para el trabajo común entre investigadores de regiones diversas (Aquitaine, Aragón, Catalunya, País Vasco y Midi-Pyrénées) y grupos temáticos distintos (Arqueozoología, Arqueopetrología, Tecnotipología lítica y Tecnología ósea). El primer objetivo del proyecto fue la creación de unas fichas de registro estandarizadas de los diversos grupos temáticos a fin de consolidar una base de datos uniforme que sirva de consulta a investigadores de diferentes países. Actualmente se trabaja en el desarrollo de una base de datos común y virtual que permita facilitar el acceso a la información a los investigadores interesados.

A continuación presentamos la ficha de registro de prospección que haremos servir en nuestro trabajo de campo. Ésta es fruto de la combinación de los criterios acordados en el proyecto *Prehistopyr* con la ficha que Mangado (2005) recoge en su tesis. Queremos resaltar el hecho que no pretendemos que nuestro modelo de ficha llegue a ser universal, simplemente buscamos un modo de registro que se adapte a nuestras necesidades concretas y que recoja toda aquella información que sea de nuestro interés (figs. 17 y 18).

REGISTRO DE AFLORAMIENTOS LOCALIZADOS	
<b>DATOS REGISTRO</b>	
Autor de la ficha	<input type="text"/>
Fecha	<input type="text"/>
Número de registro	<input type="text"/>
Nombre Afloramiento	<input type="text"/>
Tipo Afloramiento	<input type="text"/>
<b>MAPA Y FOTOGRAFÍA DEL LUGAR</b>	
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Término municipal	<input type="text"/>
Comarca/Región	<input type="text"/>
Provincia	<input type="text"/>
País	<input type="text"/>
Coordenadas UTM	<input type="text"/>
Altitud (snm)	<input type="text"/>
Descripción acceso	<input type="text"/>
Explotabilidad	<input type="text"/>
Evidencias EA	<input type="text"/>
Observaciones	<input type="text"/>
<b>CONTEXTO GEOLÓGICO</b>	
Unidad geológica	<input type="text"/>
Era	<input type="text"/>
Periodo	<input type="text"/>
Época-serie	<input type="text"/>
Piso-edad	<input type="text"/>
Unidad	<input type="text"/>
Formación	<input type="text"/>
Medio sedimentario	<input type="text"/>
Modalidad afloramiento	<input type="text"/>
Litología fm. encajante	<input type="text"/>
Morfología del material	<input type="text"/>

Fig. 17 – Ficha de registro de afloramientos.

<p><b>CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES SILÍCEOS</b></p> <p>Tipo Córtex <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>% Córtex <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Contacto Córtex <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Rodamiento Córtex <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Textura <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Inclusiones</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ox. metálicos</td> <td><input type="checkbox"/> Rel. micrita</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Gr. hematites</td> <td><input type="checkbox"/> Rel. intertita</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Dend. pirolusita</td> <td><input type="checkbox"/> Rel. carbonatados</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cr. calcita/dolomía</td> <td><input type="checkbox"/> Otro...</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pseud. lent. yeso</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cuarzo detrítico</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Recristalizaciones</td> <td></td> </tr> </table> <p>Fósiles</p> <p>Tipo de fósiles</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bivalvas</td> <td><input type="checkbox"/> Ostrácodos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Braquiópodos</td> <td><input type="checkbox"/> Foraminíferos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Gasterópodos</td> <td><input type="checkbox"/> Briozoos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Poríferos</td> <td><input type="checkbox"/> Anélidos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Equinoideos</td> <td><input type="checkbox"/> Incertae Sedis</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Algas verdes</td> <td><input type="checkbox"/> Otro...</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Algas verdeazuladas</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Algas rojas</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Algas carofíceas</td> <td></td> </tr> </table> <p>Observaciones <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>	<input type="checkbox"/> Ox. metálicos	<input type="checkbox"/> Rel. micrita	<input type="checkbox"/> Gr. hematites	<input type="checkbox"/> Rel. intertita	<input type="checkbox"/> Dend. pirolusita	<input type="checkbox"/> Rel. carbonatados	<input type="checkbox"/> Cr. calcita/dolomía	<input type="checkbox"/> Otro...	<input type="checkbox"/> Pseud. lent. yeso		<input type="checkbox"/> Cuarzo detrítico		<input type="checkbox"/> Recristalizaciones		<input type="checkbox"/> Bivalvas	<input type="checkbox"/> Ostrácodos	<input type="checkbox"/> Braquiópodos	<input type="checkbox"/> Foraminíferos	<input type="checkbox"/> Gasterópodos	<input type="checkbox"/> Briozoos	<input type="checkbox"/> Poríferos	<input type="checkbox"/> Anélidos	<input type="checkbox"/> Equinoideos	<input type="checkbox"/> Incertae Sedis	<input type="checkbox"/> Algas verdes	<input type="checkbox"/> Otro...	<input type="checkbox"/> Algas verdeazuladas		<input type="checkbox"/> Algas rojas		<input type="checkbox"/> Algas carofíceas		<p><b>DOCUMENTACIÓN DE ACTIVIDADES ARQUEOLÓGICAS</b></p> <p>Act. extractivas <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Act. manufactura <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Observaciones <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/></p>
<input type="checkbox"/> Ox. metálicos	<input type="checkbox"/> Rel. micrita																																
<input type="checkbox"/> Gr. hematites	<input type="checkbox"/> Rel. intertita																																
<input type="checkbox"/> Dend. pirolusita	<input type="checkbox"/> Rel. carbonatados																																
<input type="checkbox"/> Cr. calcita/dolomía	<input type="checkbox"/> Otro...																																
<input type="checkbox"/> Pseud. lent. yeso																																	
<input type="checkbox"/> Cuarzo detrítico																																	
<input type="checkbox"/> Recristalizaciones																																	
<input type="checkbox"/> Bivalvas	<input type="checkbox"/> Ostrácodos																																
<input type="checkbox"/> Braquiópodos	<input type="checkbox"/> Foraminíferos																																
<input type="checkbox"/> Gasterópodos	<input type="checkbox"/> Briozoos																																
<input type="checkbox"/> Poríferos	<input type="checkbox"/> Anélidos																																
<input type="checkbox"/> Equinoideos	<input type="checkbox"/> Incertae Sedis																																
<input type="checkbox"/> Algas verdes	<input type="checkbox"/> Otro...																																
<input type="checkbox"/> Algas verdeazuladas																																	
<input type="checkbox"/> Algas rojas																																	
<input type="checkbox"/> Algas carofíceas																																	
<p><b>ALTERACIONES DEL MATERIAL SILÍCEO</b></p> <p>Fracturación <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Patinación <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Observaciones <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>	<p><b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b></p> <p>Macroscópico (A visu) <input style="width: 100%; height: 150px;" type="text"/></p> <p>Macroscópico (Lupa binocular) <input style="width: 100%; height: 150px;" type="text"/></p> <p>Microscópico (Lámina delgada) <input style="width: 100%; height: 150px;" type="text"/></p>																																

Fig. 18 – Ficha de registro de afloramientos.



Hemos dividido la ficha de registro en ocho apartados que a continuación definiremos y explicamos.

En primer lugar deben aparecer los datos de registro, en los que se incluyen aspectos esenciales como el nombre del autor de la ficha -indispensable si más adelante queremos contactar con la persona-, la fecha de la prospección, el número de registro -de nuestro propio inventario de prospecciones-, el nombre del afloramiento y el tipo de depósito -pudiendo ser éste primario, subprimario o secundario-.

En segundo lugar figuran un mapa y fotografía del lugar, a fin de poder facilitar una nueva visita al afloramiento localizado. Seguidamente se presentan los datos correspondientes a la localización del afloramiento. El término municipal, la comarca o región, provincia y país deben ser identificados, juntamente con las coordenadas UTM del lugar y la altitud del mismo, datos que facilitarán su posterior localización. Además, se debe incluir una breve descripción del acceso -es muy recomendable adjuntar un croquis del lugar- y la posible explotabilidad en base a su localización y características. Brevemente expondremos si hay evidencias de explotación antrópica -en caso afirmativo se trataría en el apartado séptimo-. En este apartado se dejará un espacio para posibles observaciones que sea recomendable anotar en cada momento.

A continuación trataremos de realizar una aproximación al contexto geológico del depósito. Ante un afloramiento primario intentaremos describir la unidad geológica-tectónica a la que pertenece el conjunto, así como la era, periodo, época-serie, pisoedad, unidad y formación. Este paso se obviará en los depósitos secundarios. Seguidamente se definirá la facies sedimentaria en la que se incluye -continental lacustre evaporítica, continental lacustre, de transición o marina- y la modalidad de afloramiento. En todos los casos haremos una distinción entre aquellas rocas poco afectadas por la erosión -afloramientos primarios- y aquellas superficies desmanteladas por erosión -afloramientos subprimarios o secundarios-. Únicamente en los depósitos primarios intentaremos definir la litología de las formaciones encajantes, pero en ambos casos describiremos la morfología y el tamaño de los materiales silíceos.

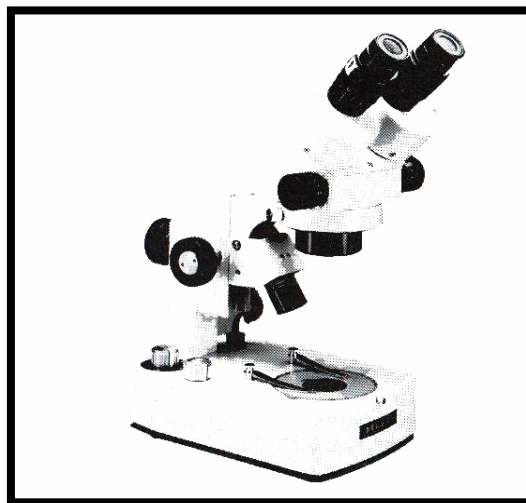
El quinto apartado está reservado a la caracterización macroscópica del sílex, en la que se definen brevemente aspectos como el córtex, la textura, las inclusiones y los fósiles.

Seguidamente se definirán las alteraciones del material silíceo, haciendo especial mención en las más frecuentes, siendo éstas la fracturación y la patinación.

De haber existido actividades arqueológicas en el lugar, éstas serán descritas en el apartado séptimo, en el que se podrá detallar si han tenido lugar actividades extractivas o de manufactura. El octavo punto servirá para registrar gráficamente el conjunto a tres escalas de observación: a *visu*, macroscópico con lupa binocular y microscópico con lámina delgada.

### 3.2.3 La caracterización macroscópica

Todo estudio arqueopetroológico del sílex debe comenzar por una caracterización a escala macroscópica de los materiales. Ya sea a *visu* o con algo más de precisión, como la que pueda aportar una lupa binocular, la observación macroscópica del sílex es esencial, pues nos va a permitir identificar grupos de materiales con caracteres macroscópicos similares.



**Fig. 19** – Imagen de un estereomicroscopio o lupa binocular. Fuente: Molina 2004: 46.

El estereomicroscopio o lupa binocular (fig. 19) es un conjunto constituido por dos microscopios acoplados que proporcionan imágenes en relieve, derechas y que están inclinados unos 8° de manera que convergen en la misma platina (Molina 2004). Para manejar con soltura las muestras es necesaria una buena distancia frontal desde el

objetivo hasta la platina, por lo que se acostumbran a utilizar desde 40 a 120 aumentos, lo que implica gran profundidad de observación y amplio campo de visión.

El análisis macroscópico en esta tesis doctoral, salvo donde se indique lo contrario, ha sido realizado con ayuda de una lupa binocular OLYMPUS SZ61 (de 6.7 a 45 aumentos) y una fuente de iluminación complementaria, en función de las muestras, de luz fría transmitida modelo OLYMPUS TH4-200. Las instantáneas se han tomado con una cámara fotográfica acoplada modelo OLYMPUS SC30.

La técnica macroscópica es la más utilizada por los arqueopetrologos para la caracterización de los materiales silíceos, pues no requiere de conocimientos de especialista y resulta simple y económica (Mangado 2005). Desde siempre se ha considerado la caracterización macroscópica una técnica práctica y rápida<sup>9</sup>, pero su ventaja principal reside en el hecho que se trata de un método no destructivo.

Al tratarse de parámetros cualitativos difícilmente cuantificables, la falta de precisión en el análisis es uno de los inconvenientes de la técnica macroscópica. Además, la subjetividad del investigador es elevada, y este hecho, ligado a la complicada transmisión del conocimiento adquirido, hace que la técnica macroscópica no sea suficiente para caracterizar un conjunto de rocas silíceas. Además, la convergencia de facies silíceas (Aubry 1990, 1991 en Mangado 2005), es decir, la presencia de silicificaciones de épocas geológicas diferentes pero que presentan características macroscópicas similares, puede inducir a errores de atribución de orígenes, lo que nos conduciría a la obtención de falsos resultados en nuestras investigaciones.

A continuación trataremos de describir los principales caracteres que deben ser descritos en toda caracterización arqueopetroológica a escala macroscópica y que están presentes en la ficha de caracterización macroscópica que hemos creado a objeto de nuestro estudio (fig. 20).

---

<sup>9</sup> Consideramos que para obtener un estudio real de la caracterización de un conjunto es indispensable la observación de todos los elementos, lo que en conjuntos amplios puede resultar una tarea no excesivamente rápida.

### FICHA DE REGISTRO DEL ANÁLISIS ARQUEOPETROLÓGICO

DATOS DE LOCALIZACIÓN						ANÁLISIS MACROSCÓPICO						
N. inventario	Yacimiento	Campaña	Sector	Cuadro	Nivel	Córtex %	Tipo	Rod.	Litología	Contacto	Fósiles	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Moluscos	<input type="checkbox"/> Algas carofíceas
N. referencia	Coordenadas X - Y - Z			Orientación	Pendiente	Medida grano	Superficie	Transparencia		<input type="checkbox"/> Bivalvas <input type="checkbox"/> Ostrácodos <input type="checkbox"/> Braquiópodos <input type="checkbox"/> Foraminíferos <input type="checkbox"/> Gasterópodos <input type="checkbox"/> Briozoos <input type="checkbox"/> Poríferos <input type="checkbox"/> Anélidos <input type="checkbox"/> Equinoideos <input type="checkbox"/> Incertae Sedis <input type="checkbox"/> Algas verdes <input type="checkbox"/> Rotalina <input type="checkbox"/> Algas rojas <input type="checkbox"/> Bioclastos indet		
Observaciones	<input style="width: 100%;" type="text"/>					Distribución color	Aptitud a la talla					
ANÁLISIS TECNO-TIPOLOGICO												
Materia	Soporte	Talón	Medidas L - A - G		Peso (g)	Tipo Primario		Textura				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Ox. metálicos <input type="checkbox"/> Romboedros dolomita <input type="checkbox"/> Recristalizaciones <input type="checkbox"/> Rel. ca <input type="checkbox"/> Gr. hematites <input type="checkbox"/> Pseud. lent. yeso <input type="checkbox"/> Rel. micrita <input type="checkbox"/> Dend. pirolusita <input type="checkbox"/> Cuarzo detrítico <input type="checkbox"/> Rel. inertita				
Aspectos tecnológicos						Inclusiones						
<input style="width: 100%;" type="text"/>						<input type="checkbox"/> Moluscos <input type="checkbox"/> Poríferos <input type="checkbox"/> Algas carofíceas <input type="checkbox"/> Anélidos <input type="checkbox"/> Bivalvas <input type="checkbox"/> Equinoideos <input type="checkbox"/> Ostrácodos <input type="checkbox"/> Incertae Sedis <input type="checkbox"/> Braquiópodos <input type="checkbox"/> Algas verdes <input type="checkbox"/> Foraminíferos <input type="checkbox"/> Rotalina <input type="checkbox"/> Gasterópodos <input type="checkbox"/> Algas rojas <input type="checkbox"/> Briozoos <input type="checkbox"/> Bioclastos indet						
REGISTRO DE IMÁGENES						Alteraciones						
Imágenes		<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>				<input type="text"/>		<input type="text"/>				
Descripción						<input type="text"/>		<input type="text"/>				
						Fracturas						
						<input style="width: 100%;" type="text"/>						
						Concreción						
						<input style="width: 100%;" type="text"/>						
						Observaciones						
						<input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>						
						Medio de sedimentación		<input type="text"/>				
						Tipo de sílex		<input type="text"/>				

Fig. 20 – Ficha de registro del análisis macroscópico.

### 3.2.3.1 La morfología del sílex

El estudio de la forma global del sílex, siempre que sea posible, va a permitir aproximarnos al modo de formación de la roca y a los posibles procesos erosivos que haya podido padecer. En conjunto, la diferenciación entre litofacies nodulares, en las que la sílice tiende a agruparse y formar nódulos y litofacies estratificadas, en las que el gel de sílice se litifica en el fondo de un estrato, más allá de informarnos sobre el proceso de silicificación permitirán acercarnos al tipo de depósito explotado por los grupos prehistóricos (depósitos primarios, subprimarios o secundarios).

### 3.2.3.2 El córtex

El córtex es la parte de la roca encajante que delimita el sílex (Mangado 2005). Su estudio nos aportará datos sobre la formación geológica en la que se originó, aspecto esencial para poder esclarecer el origen de los sílex arqueológicos y orientar nuestras prospecciones de campo.

El aspecto del córtex del sílex puede ser muy variado, dependiendo de factores como la litología, el transporte o los procesos postdeposicionales. El estudio de la litología del córtex nos acercará a contextos de formación concretos, pudiendo estar éstos vinculados a rocas carbonatadas (margas, dolomías, calizas...), rocas yesíferas o series conglomeráticas (Mangado 2005).

El rodamiento o la presencia de marcas en forma de V o U en algunos córtex evidencian la existencia de un transporte fluvial o marítimo de los bloques de sílex. Éstos pudieron haber sido desplazados de su lugar de formación original a un punto de deposición secundaria, donde las poblaciones de cazadores-recolectores de la Prehistoria pudieron abastecerse. Del mismo modo, el aspecto pulido que muestran algunos córtex es fruto del desgaste producido por las corrientes de agua y las partículas abrasivas que éstas transportan en suspensión. Igualmente, el transporte por el hielo es observable mediante la documentación de estrías o surcos profundos y paralelos en los córtex (Mangado 2005).

Por otro lado, diferentes procesos postdeposicionales pueden afectar el córtex de los sílex, modificando el aspecto original de los materiales y conduciendo a errores de

atribución. Alteraciones superficiales como impregnaciones ferruginosas o actividades bacterianas les confieren una coloración diferencial (Bressy 2003), y en algunos casos las concreciones impiden un estudio arqueopetroológico en profundidad. En las zonas subcorticales suelen localizarse acumulaciones de minerales relictos, vinculados con antiguas circulaciones intersticiales de fluidos. La abundancia de gránulos de hematites indicará la circulación en un medio sedimentario en condiciones oxidantes (fig. 21), mientras que la presencia de materia orgánica será la evidencia de un medio sedimentario anaeróbico (Mangado 2005).

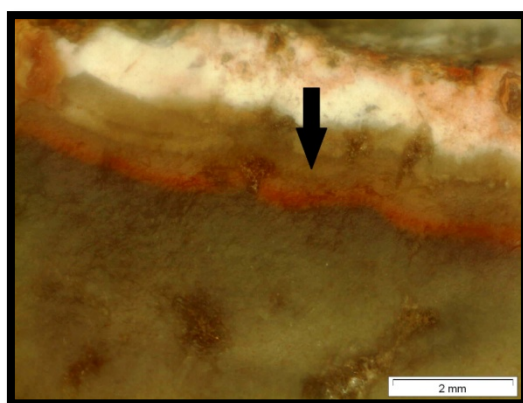


Fig. 21 – Vista con lupa binocular de gránulos de hematites en posición subcortical en un sílex arqueológico.

### 3.2.3.3 La textura

El primer elemento que analizamos dentro del conjunto que comprende la textura es la medida del grano, haciendo una distinción entre grano fino, medio y grueso. Sobre este aspecto sería necesario matizar que el sílex se caracteriza por ser microcriptocristalino, es decir, presenta una textura caracterizable sólo microscópicamente y por lo tanto no observable a escala macroscópica. Por ese motivo, con este parámetro hacemos referencia al tipo de tacto, y no a la medida real del grano. Seguidamente estudiaremos el tipo de superficie, pudiendo ser lisa, lisa-rugosa o rugosa -ésta última presenta abundantes irregularidades como fisuras-. La combinación de estos dos factores - medida del grano y superficie- va a condicionar la calidad y la aptitud de un sílex a la talla. Sobre la aptitud a la talla ya hemos hecho referencia en el capítulo anterior<sup>10</sup>, pero quisiéramos remarcar que desconocemos qué factores llevaron a las poblaciones de cazadores-recolectores a explotar unos tipos de sílex y obviar otros. Creemos que

<sup>10</sup> Véase punto 2.1.4 Propiedades del sílex.

agentes sociales pudieron influir en la elección, pero la aptitud a la talla de determinados sílex tuvo que ser determinante para estos grupos humanos.

Al caracterizar macroscópicamente la textura de los sílex haremos una distinción entre texturas homogéneas y heterogéneas. Cabe destacar que la mayor parte de estas rocas silíceas se caracterizan por poseer inclusiones minerales y organismos fósiles, teniendo por tanto todas ellas una textura heterogénea.

A nivel macroscópico también diferenciamos entre texturas microcristalinas - caracterizadas por granos microcristalinos que no se pueden percibir a escala macroscópica- y texturas macrocristalinas -se pueden observar los granos debido a sus mayores dimensiones-.

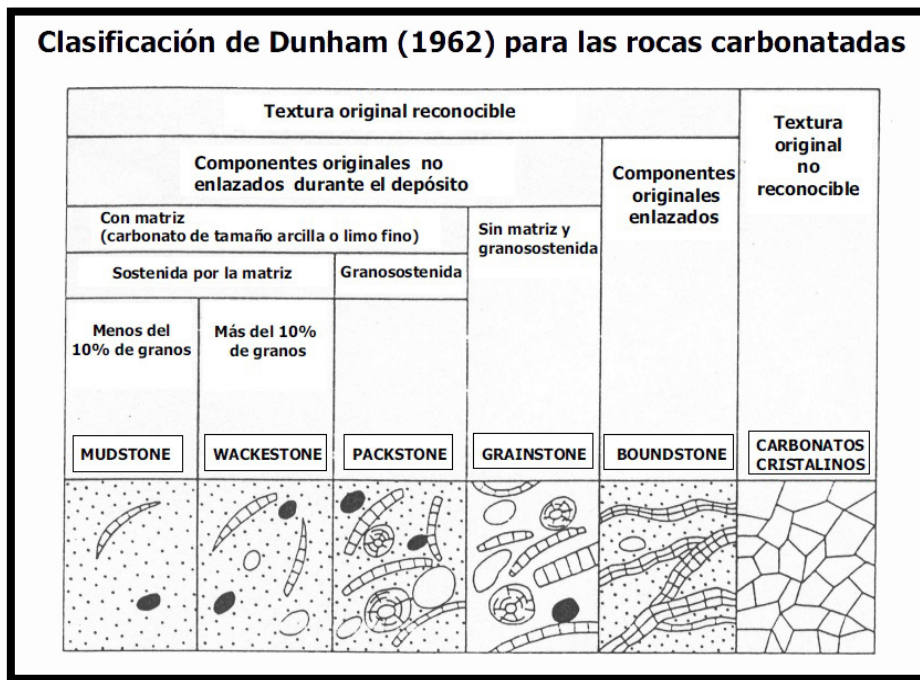


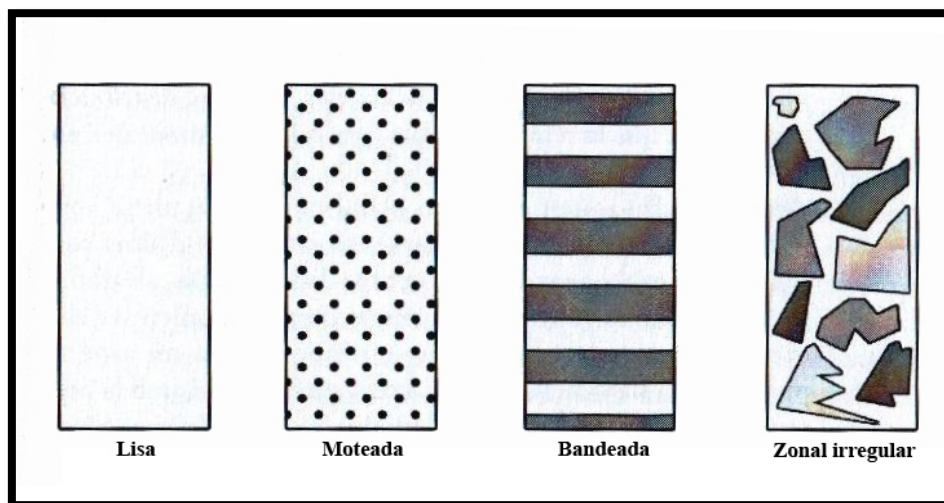
Fig. 22 – Clasificación textural de Dunham para las rocas carbonatadas. Fuente: <http://gmg.unizar.es>

En función de la textura de deposición, esto es la relación entre clastos y matriz, R.J. Dunham realizó en 1962 una clasificación para las rocas carbonatadas (fig. 22), definiendo como *mudstone* aquellas texturas sostenidas por la matriz (*matrix supported*) con menos de un 10% de granos, *wackestone* en el caso de poseer más del 10% de granos, *packstone* si la textura es granosostenida (*grain supported*) y *grainstone* si no hay matriz y la textura es granosostenida. Cuando la textura está compuesta por

abundantes partículas carbonatadas (oolitos o pellets) hablamos de texturas oolíticas o peloidales.

#### 3.2.3.4 El color

El color ha sido históricamente un elemento de caracterización arqueopetroológica de alta importancia en la escala macroscópica, pero cabe tener en cuenta que su alta variabilidad así como la subjetividad a la hora de definir este carácter macroscópico hacen de él un elemento poco preciso para la caracterización. Con objeto de mejorar el intercambio de información entre investigadores muchos arqueopetroólogos han utilizado tablas de color (Munsell o Pantone) (Mangado 2005). En nuestro estudio no hemos hecho uso de estas tablas para definir la tonalidad de los diferentes sílex pues consideramos que el color no es un criterio prioritario y definidor del sílex, ya que la altísima variabilidad puede conducirnos con frecuencia a errores si le damos demasiada importancia. Así, en nuestro análisis macroscópico únicamente hemos definido la distribución del color, diferenciando entre combinaciones de color lisas, con motas, en bandas o zonales irregulares (fig. 23).



**Fig. 23** – Esquema de la distribución del color. Fuente: Mangado 2004: 53. Modificada.

Según el matrimonio Seronie Vivien (1987, en Mangado 2005), los sílex de intensa coloración gris o negra pueden indicar una formación en medios sedimentarios reductores, en los que la materia orgánica no ha sufrido alteraciones importantes, mientras que los sílex de coloración amarillenta y rojiza suelen corresponder a medios



de formación en condiciones oxidantes. Para Mangado (2005), los sílex de tonalidades muy claras pueden vincularse con una débil difusión de hierro férrico o con una elevada porosidad del medio.

### 3.2.3.5 *Las inclusiones o componentes no esqueléticos*

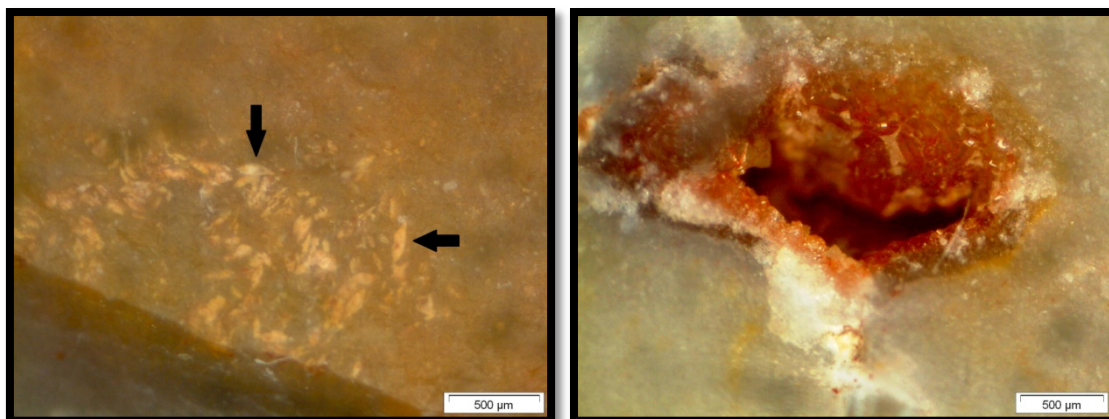
Las llamadas inclusiones o impurezas, presentes en la práctica totalidad de sílex, ya fueron tratadas en el capítulo anterior, razón por la que en este momento únicamente haremos un repaso de las principales inclusiones que son observables a escala macroscópica. Aparecen con frecuencia minerales del hierro, siendo los más abundantes los hematites y el manganeso (dendritas de pirolusita). Los minerales de la arcilla se presentan a escala macroscópica como relictos carbonatados, y la materia orgánica amorfa visible se conoce con el nombre de inertita.

Los relictos de carbonato cálcico pueden aparecer en forma de ooides (o pisoides) o peloides. Los ooides son gránulos esféricos o subesféricos formados a partir de un núcleo (partícula carbonatada o litoclasto) sobre el que se crean una serie de láminas concéntricas que lo envuelven. Cuando la medida de estas partículas supera los 2 mm se utiliza el término pisoide. Los peloides son gránulos esféricos, cilíndricos o angulosos constituidos por micrita. No presentan estructura interna y acostumbran a medir entre 0,1 y 0,5 mm de diámetro. Los pellets son granos de micrita de formas más regulares procedentes de los excrementos de gasterópodos, crustáceos o bivalvos (Bressy 2003).

La presencia de pseudomorfos lenticulares de yeso suele relacionarse con ambientes de formación evaporíticos (fig. 24). Con cierta frecuencia pueden aparecer cristales de cuarzo detrítico y cristales de megacuarzo, estos últimos normalmente rellenando porosidades (fig. 25).

A escala macroscópica y microscópica también son observables cristales romboédricos de calcita o dolomita. Mediante técnicas de tinción de las láminas delgadas será posible diferenciar la mineralogía de los cristales. La presencia de estos romboedros en el sílex nos indica que éste se formó en un ambiente marino o continental lacustre evaporítico. Para poder precisar en el ambiente de formación deberemos hallar otros indicadores (micropaleontológicos o inclusiones) que nos permitan adscribirlos a uno de estos

medios. En caso de no observar evidencias deberemos proceder a la realización de análisis geoquímicos para determinar el tipo de agua en el que se formó (agua meteórica o marina).



**Figs. 24 y 25** – Vista con lupa binocular de una acumulación de pseudomorfos lenticulares de yeso (izq.) y de una geoda recristalizada con cristales de megacuarzo (dcha.) en dos sílex arqueológicos.

### 3.2.3.6 Los fósiles o componentes esqueléticos

Otro elemento que puede ayudar a la caracterización de las rocas silíceas y que nos aporta valiosa información sobre el medio sedimentario de génesis del sílex es la recuperación de fósiles, algunos observables a escala macroscópica. Según Mangado (2005) generalmente se trata de fósiles de naturaleza caliza, pues a pesar de que los fósiles silíceos resultan abundantes, éstos suelen aparecer maltrechos debido a los procesos diagenéticos que originan las rocas silíceas.

Los arqueopetrólogos hacen una distinción entre: macrofósiles, aquellos observables a escala macroscópica y que pueden alcanzar tamaños centimétricos; mesofósiles, de tamaños milimétricos pero también observables con lupa binocular; y microfósiles, que acostumbran a ser observados en los análisis microscópicos. El límite entre unos y otros no siempre está claro, y la división que a continuación exponemos sigue en gran medida la realizada en los trabajos de Mangado (2005) y Bressy (2003). Por la importancia que supone el hallazgo de estos elementos en el sílex, a continuación definiremos las características de los principales macrofósiles y mesofósiles.

- Los macrofósiles más característicos:
  - Bivalvos o lamelibranquios: Son animales bentónicos que tienen la concha compuesta de dos valvas calcáreas que presentan en el lado dorsal una prominencia o punta encorvada llamada umbo (fig. 26). Son generalmente marinos, raramente adaptados a la vida en aguas salobres o dulces, y abundan en los ambientes de plataforma. Cuando son fijos las conchas suelen ser muy gruesas y deformadas, formando arrecifes. Se extienden desde el Paleozoico hasta la actualidad, por lo que su significado estratigráfico es débil.

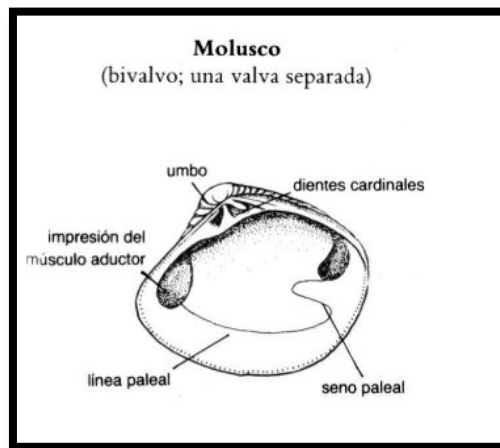


Fig. 26 – Esquema de un bivalvo o lamelibranquio

Fuente: [http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia\\_general.htm](http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm)

- Braquiópodos: Son animales con concha similar a la de los bivalvos que viven normalmente fijos a los fondos marinos mediante un pedúnculo que sale por un orificio llamado foramen (fig. 27). Se diferencian de los bivalvos en que las valvas son de tamaño desigual y cada una es simétrica respecto a un plano longitudinal vertical. Son siempre marinos y se encuentran generalmente en ambientes poco profundos o incluso litorales. A pesar de que se extienden desde el Cámbrico a la actualidad, experimentaron un gran desarrollo durante el Paleozoico y el Mesozoico, por lo que presentan un importante valor estratigráfico.

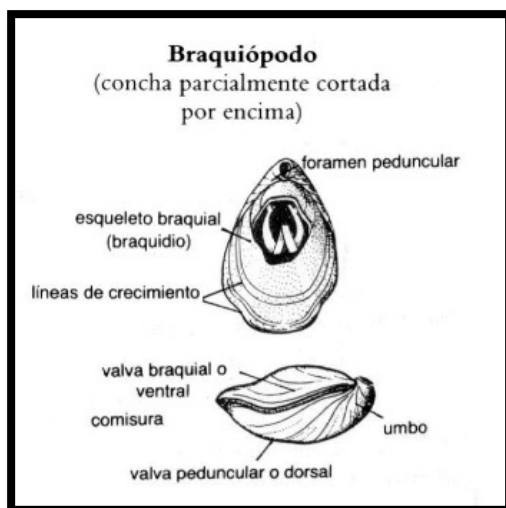
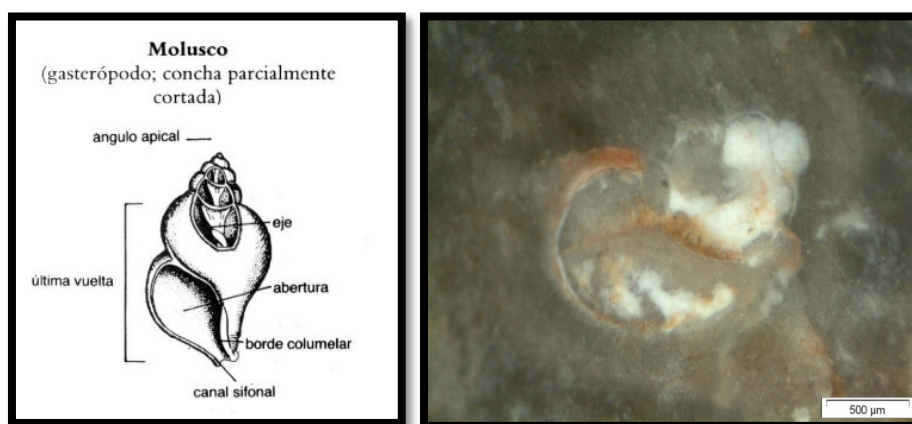


Fig. 27 – Esquema de un braquiópodo

Fuente: [http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia\\_general.htm](http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm)

- Gasterópodos: Presentan una concha calcárea enrollada y univalva (figs. 28 y 29). Algunos gasterópodos son únicamente acuáticos, sobre todo marinos, a veces en fondos profundos -*Turritela*, *Natica*-, pero algunos se adaptan bien a medios salobres y aguas dulces -*Cyclostoma*, *Potamides*, *Lymnea*, *Planorbis*-. Como ya hemos mencionado, la mayor parte de estos animales contribuyen a la formación de pelotas fecales -pellets-.



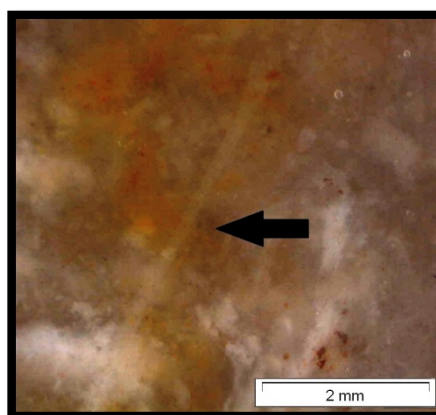
Figs. 28 y 29 – Esquema de un gasterópodo

(Fuente: [http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia\\_general.htm](http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm))

y sección de gasterópodo vista con lupa binocular en un sílex arqueológico.

- Poríferos: Grupo de individuos sin órganos diferenciados, compuestos de una pared porosa que envuelve una cavidad gástrica. Sus espículas -

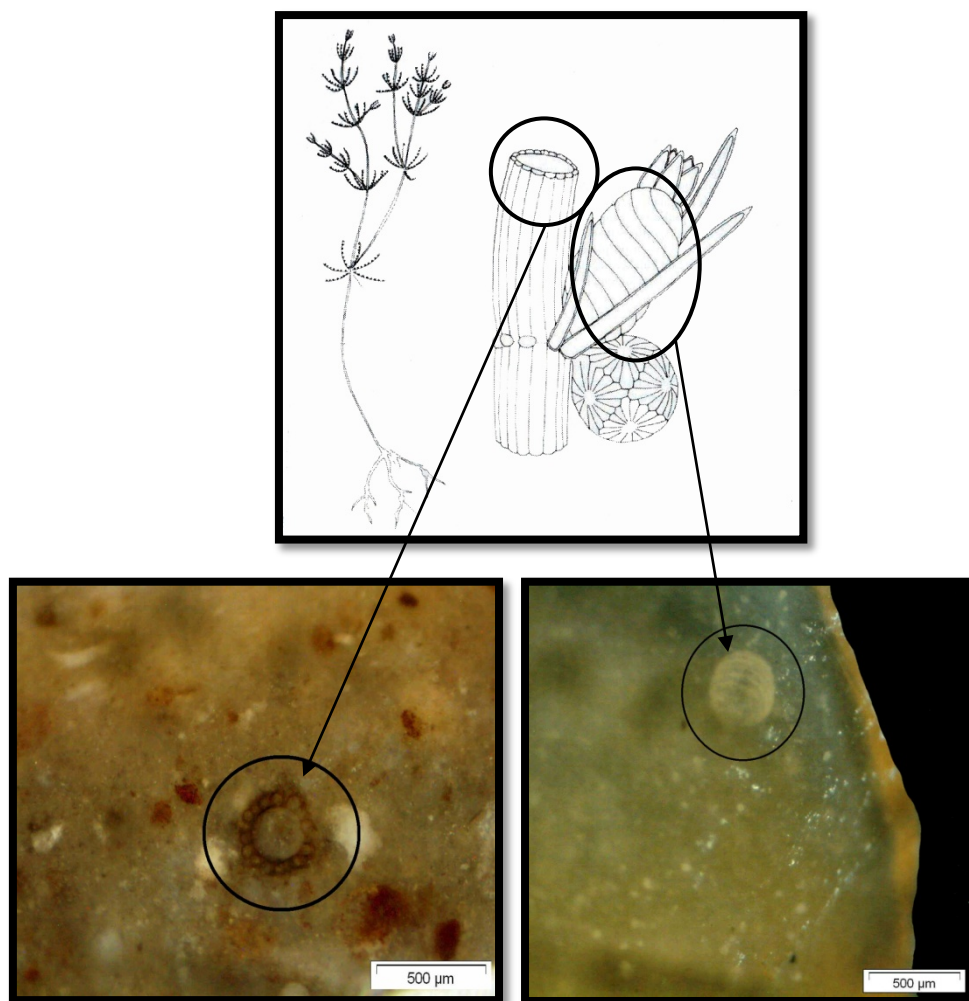
bastones silíceos o calcáreos que constituyen el esqueleto- son muy abundantes en sílex de origen marino (fig. 30). Las espículas de las esponjas se presentan bajo la forma de bastoncillos alargados y pueden ser monoaxonas, triaxonas o puntiformes. Presentan bajo interés estratigráfico, pues aparecen desde el Cámbrico y se extienden hasta la actualidad.



**Fig. 30** – Vista con lupa binocular de una espícula de esponja en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia).

- Algas de esqueleto calcáreo: Organismos pluricelulares fotosintéticos constituidos por un tallo calcificado susceptible de fosilizarse y de ser encontrado en el sílex. Las más frecuentes en el sílex son:
  - Algas verdes (*Chlorophyta*): Pueden tener un hábito de tipo ramoso bien desarrollado. Son abundantes en sedimentos detríticos de medios relativamente someros o en lagunas costeras, siendo raras a mayor profundidad.
  - Algas verdeazuladas (*Cyanophyta*): Algas filamentosas que viven en medios marinos de litoral y, en ocasiones, en aguas dulces.
  - Algas rojas (*Rhodophyta*): Algas marinas formadas por la yuxtaposición de células poliédricas. De gran importancia a partir del Cretácico medio.
  - Carofitas: Grupo de algas tradicionalmente incluido en *Chlorophyta*, pero su particular morfología ha permitido reconsiderarlas como un grupo diferenciado de algas verdes que ha colonizado los medios acuáticos continentales. Su estructura

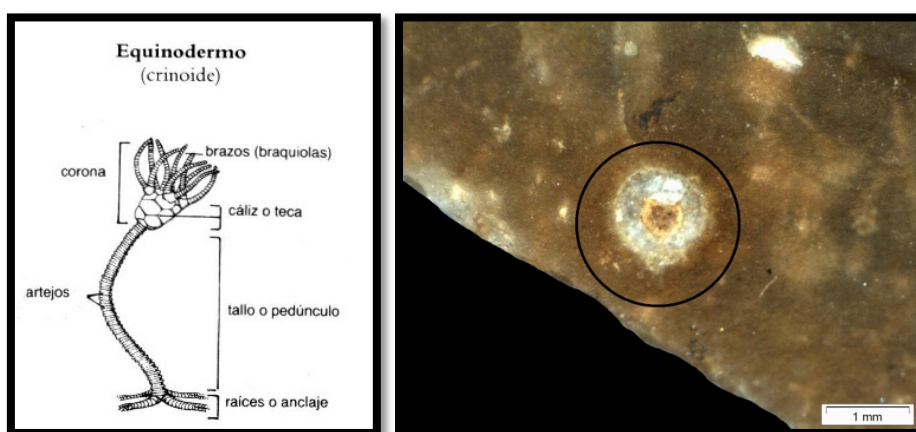
vegetativa se puede dividir en dos partes: el rizoide y el talo. Sus órganos reproductores -oogonios- están formados por una oóspora envuelta por una membrana orgánica resistente rodeada por células espirales (figs. 31, 32 y 33). Son organismos típicamente lacustres y palustres, aunque algunas especies han colonizado algunos medios transicionales. Durante el Cretácico Inferior, el Cretácico Superior y el Paleógeno experimentaron una mayor diversificación.



Figs. 31, 32 y 33 – Esquema de la estructura de una carofita (Fuente: Molina 2004: 419) y vista con lupa binocular de una sección de tallo y oogonio de dos sílex arqueológicos.

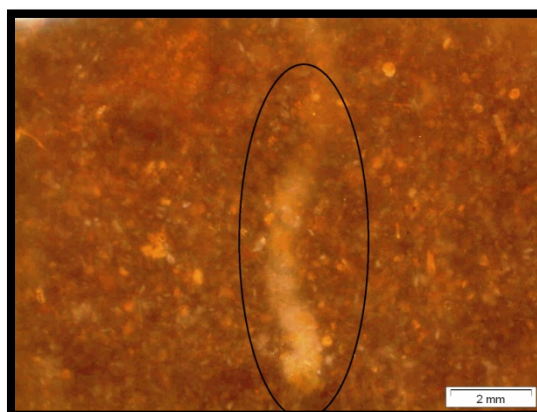
- Equinoideos: Grupo zoológico de animales marinos -en medios de plataforma carbonatada- con un esqueleto interno compuesto de placas de calcita monocristalina que presentan simetría axial. En los sedimentos abundan los equínidos (erizos de mar) y los crinoideos (lirios de mar).

Son organismos bentónicos, de simetría pentarradial y muy abundantes a partir del Silúrico. Los equínidos tienen caparazones robustos, redondeados o discoidales. Los crinoideos tienen un cuerpo en forma de cáliz, compuesto por varios anillos, y un tallo o pedúnculo formado por artejos que les permite vivir anclados en el fondo del mar (figs. 34 y 35).



**Figs. 34 y 35** – Esquema de equinodermo (Fuente: [http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia\\_general.htm](http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm)) y vista con lupa binocular de un artejo de crinoideo de un sílex procedente de la Litoteca de la Charente (Fuente: M. Rey).

- Los anélidos: Animales invertebrados de difícil fosilización. En los sílex observamos los tubos calcificados que generan en los fangos (bioturbación) (fig. 36). Se desarrollan en los medios marinos, desde la zona litoral a 1.000 metros de profundidad.



**Fig. 36** – Bioturbación observada con lupa binocular en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia).

- *Incertae sedis*: Elementos de morfología definida pero de los que la posición sistemática general es desconocida.
- Los mesofósiles más destacados:
  - Ostrácodos: Crustáceos que tienen el cuerpo contenido dentro de un caparazón calcificado de 0.5 a 5 mm compuesto por dos valvas, reunidas dorsalmente por una serie de músculos (fig. 37). Se hallan tanto en medios de agua dulce como en medios marinos. Desde el Cámbrico a la actualidad.

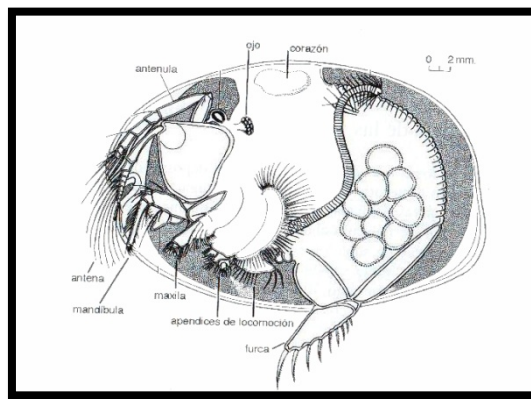
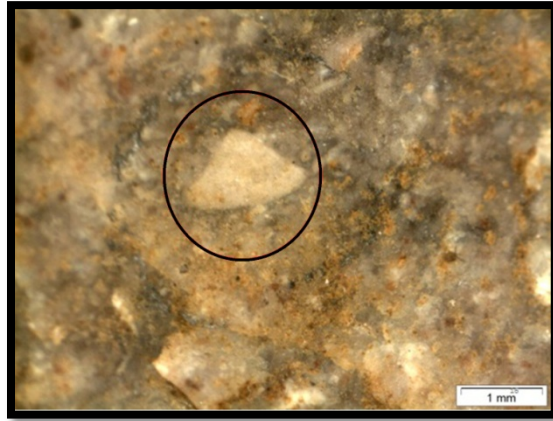


Fig. 37 – Esquema de un ostrácodo. Fuente: Molina 2004: 443.

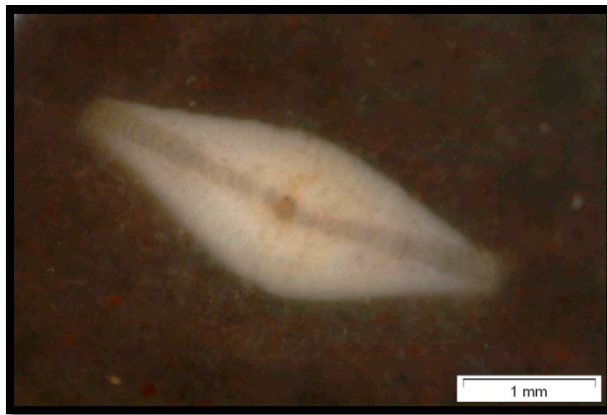
- Foraminíferos: Organismos unicelulares marinos con un esqueleto o caparazón mineralizado que está formado por una sucesión de cámaras que comunican entre sí por unos orificios conocidos como foramen. De tamaño variable, estos organismos pueden ser bentónicos o planctónicos y abundan en aguas marinas templadas y cálidas. Existe una alta variabilidad de tipos de foraminíferos, pero únicamente describiremos aquellos con los que estamos más familiarizados:
  - Orbitolínidos: Foraminíferos de concha plurilocular y cónica, de morfología cónica o lenticular convexa en la cara superior. Popularmente se los conoce como “gorros chinos” (fig. 38). Vivieron en medios marinos de plataforma, de poca profundidad y aguas cálidas desde el Jurásico hasta el Eoceno, siendo muy abundantes en el Cretácico inferior.





**Fig. 38** – Sección de orbitolínido observada con lupa binocular en un sílex de la Litoteca de la Charente. Fuente: M. Rey.

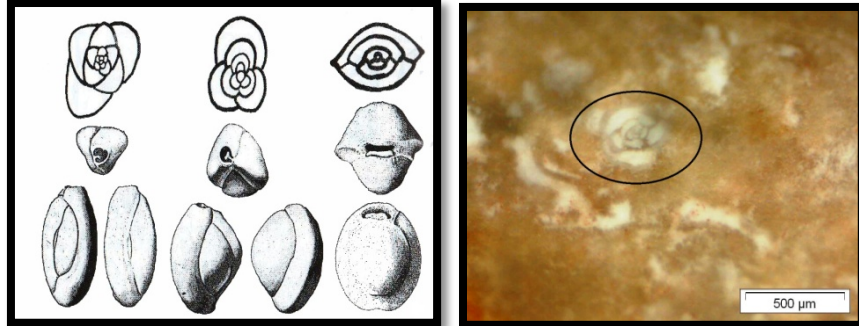
- Nummulites: Foraminíferos marinos que viven en los fondos calcáreos o arenosos, entre 50 y 150 m de profundidad. Deben el nombre a la forma discoidal de su caparazón, similar al de una moneda (del latín *nummus*) (fig. 39). Están casi extinguidos pero durante el Paleoceno y el Eoceno fueron muy abundantes.



**Fig. 39** – Nummulites observado con lupa binocular en un sílex de origen desconocido de la zona de Bergerac (Francia).

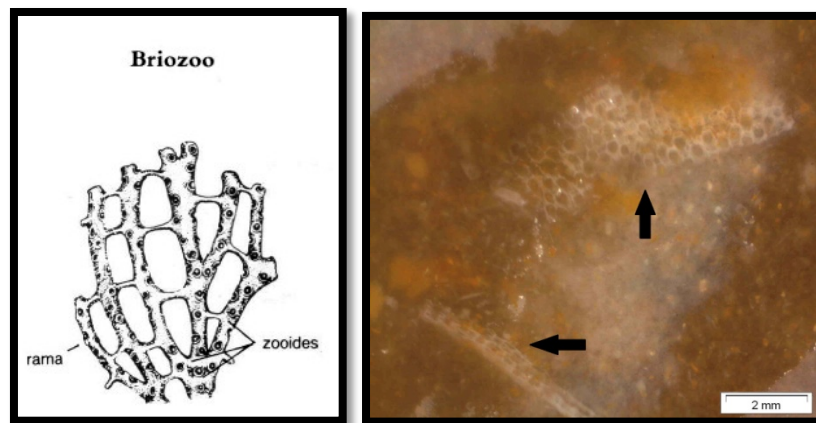
- Miliólidos: Foraminíferos bentónicos de gran importancia bioestratigráfica y paleoecológica, pues el color del caparazón aporta información sobre el medio -a mayor transparencia más salino es el medio en el que habita-. Son foraminíferos pluriloculares, de caparazón imperforado, calcáreo o quitinoso. Las miliolas son las formas simples y las alveolinas las formas

complejas (figs. 40 y 41). Desde el Carbonífero hasta la actualidad han vivido en medios marinos y salobres tanto en aguas cálidas como frías.



**Figs. 40 y 41** - Esquemas de secciones de miliólidos (Fuente: Molina 2004: 210) y sección de miliólido con lupa binocular en un sílex arqueológico.

- **Briozoos:** Organismos coloniales generalmente constructores. Sus esqueletos con frecuencia presentan el aspecto de una planta, ramificados con pequeños tubos (figs. 42 y 43). Normalmente ocupan ambientes marinos poco profundos y cálidos. Aparecen desde el Ordovícico a la actualidad, aunque fueron muy abundantes durante el Cenozoico.



**Figs. 42 y 43** – Esquema de briozoo (Fuente: [http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia\\_general.htm](http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm)) y briozoos observados con lupa binocular en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia).

### 3.2.3.7 Las alteraciones

Definimos por alteración aquellos cambios producidos en las características originales de los materiales. Ésta puede ser física -debida a agentes atmosféricos- o química -interviene el agua como factor central en la disolución de minerales-. En el sílex estas alteraciones se manifiestan con la formación de pátinas y otros elementos que a continuación analizamos.

La alteración física se da por la intervención de agentes atmosféricos sobre el sílex, entre los que destacan los cambios de temperatura y el viento. Cuando el sílex es sometido a procesos de calentamiento, son observables a escala macroscópica una serie de cambios. Por un lado, se puede dar una modificación en el color, debido a procesos de oxidación, dando lugar a lo que se conoce como pátina rosada. Otros cambios observables son la formación de un lustre superficial -confiere a la pieza una apariencia ligeramente grasa-, fisuras y mosaicos craquelados (fig. 44), microfracturas y cúpulas térmicas -fragmentos de morfología cupular que se separan durante el proceso de calentamiento-. Los cambios mecánicos que comportan estos procesos de termoalteración son la pérdida de elasticidad y de resistencia a la fracturación a medida que la temperatura aumenta (Clemente 1997). La cremación del córtex puede comportar la aparición de una pátina negra, a la que con frecuencia suele acompañar la precipitación postdeposicional de concreciones carbonatadas (Mangado 2005).



**Fig. 44** – Vista con lupa binocular de un craquelado por termoalteración en un sílex arqueológico.

Cuando es el hielo el agente principal que interviene en los cambios bruscos de temperatura, se pueden observar fisuras -el agua en estado líquido rellena porosidades y

al transformarse en hielo produce las fisuras- y cúpulas de hielo -producidas por un choque térmico y caracterizadas por poseer un fondo liso- (Clemente 1997).

La exposición al aire libre de la masa silíceo puede llevar a la formación de lo que se conoce como córtex secundario o de neoformación, que confiere a la parte externa de la pieza un aspecto opaco. Una variante del neocórtex es la conocida como pátina del desierto, característica de materiales recuperados en ambientes desérticos, donde la acción abrasiva de la arena confiere a la superficie de las piezas un piqueteado y un lustre importante (Mangado 2005).

Producto de la alteración química sobre el sílex es la formación de la pátina blanca. El principal agente que interviene es el agua y el cambio en la manera de reflexión de la luz proporciona a la pieza un aspecto lechoso. Este proceso depende de diversos factores y puede llevarse a cabo por dos modos de lixiviación diferenciados. En uno, los iones alcalinos son intercambiados por protones por difusión. En el otro, la sílice se disuelve, favoreciendo que las impurezas fijadas en la superficie pasen en solución, produciéndose de este modo un cambio en la manera de reflexión de la luz en la superficie. En ambos procesos intervienen variables como la solución del pH, la temperatura, la duración de la exposición y la composición química y microestructural del material. Además, la disponibilidad de humedad promueve la descomposición de materia orgánica. Si ésta se produce próxima de los artefactos de sílex puede anticiparse la liberación de ácidos orgánicos, lo que acelerará el patinado. Las fracturas y pequeñas estrías también son propensas a la disolución química y al patinado, pues el agua penetra con más libertad (Clemente 1997). Cabría señalar que un alto grado de patinación no es equiparable a una mayor antigüedad del artefacto hallado, pero el grado de patinación es un buen indicador de la intensidad de procesos químicos a la que ha sido sometida la pieza.

#### 3.2.3.8 *Las estructuras sedimentarias*

Las estructuras sedimentarias son unas estructuras macroscópicas generadas en los sedimentos por procesos diversos, producidas en el momento de la sedimentación. En el sílex es posible la observación de determinadas microestructuras sedimentarias, que evidencian el medio en el que la roca se formó. Así, a escala macroscópica es posible

discernir bioturbaciones (producidas por la acción de determinados organismos sobre el sedimento, como ya hemos hecho referencia más arriba) o granoclasificación textural (distribución de las texturas según el tamaño de los granos), posible indicador de la turbulencia de las aguas.

Otra estructura reconocible a *visu* es lo que se conoce como Anillos de Liesegang. Son unas estructuras en bandas (o anulares) que demuestran un origen diagenético de los nódulos de sílex por reemplazamiento progresivo, con etapas de mayor o menor aporte de sílice (Tucker 1981, en Mangado 2005). Estas estructuras son muy típicas en determinadas formaciones lacustres del Valle del Ebro (fig. 45).



**Fig. 45** – Anillos de Liesegang de un sílex aquitaniense de Puente de Candanos. Fuente: <http://www.lithicub.net>

Una vez descritos los principales caracteres macroscópicos que permiten definir el sílex, y tras analizar macroscópicamente todo el conjunto arqueológico y las muestras geológicas recogidas durante las prospecciones de campo o consultadas en las litotecas de referencia, sería indispensable pasar al estadio de caracterización microscópica. Para ello, la determinación de una serie de grupos de sílex es altamente recomendable, pues nos facilitará la siguiente fase de nuestro análisis.

#### 3.2.4 La caracterización microscópica

El uso de técnicas microscópicas para la caracterización del sílex es cada vez más frecuente, llegando a constituir una parte importante del estudio arqueopetroológico. A pesar del amplio abanico de técnicas a aplicar, la caracterización petrográfica y

micropaleontológica del sílex constituye una de las más utilizadas por los arqueopetrologos debido a sus amplias ventajas (bajos costes económicos, sencillez y facilidad de análisis). Sin embargo, también presenta inconvenientes, pues se trata de una técnica destructiva que, en ocasiones, no permite profundizar mucho más en relación a la macroscopía. Esta técnica consiste en la observación con microscopio polarizante de una lámina delgada. El objetivo es precisar en la composición textural e identificar sus componentes: minerales relicto, componentes silíceos u ortoquímicos, relictos aloquímicos, minerales autigénicos, porosidad, cementaciones y alteraciones (Tarrío 2006).

La petrografía identifica los análisis texturales y mineralógicos que nos informan de los constituyentes de la roca y de la forma en que los minerales se presentan en el material. La micropaleontología permite determinar los elementos paleontológicos de la masa silícea, algunos no observables a *visu*. El estudio petrográfico y micropaleontológico se lleva a cabo mediante la observación de láminas delgadas de un grosor de entre 25 y 30  $\mu\text{m}$ <sup>11</sup>. A esta escala la mayor parte de minerales se presentan anisométricos, es decir, cambian sus propiedades al ser atravesados por la luz (Mangado 2005).

El microscopio polarizante (fig. 46) consta de dos polarizadores, uno fijo bajo la platina -llamado polarizador- y otro móvil -que recibe el nombre de analizador y que se encuentra entre el objetivo y el ocular-, de modo que los dos planos de polarización forman un ángulo recto. Al atravesar un cristal mineral, la luz se desdobra en dos rayos -uno ordinario y otro extraordinario-, polarizados en dos planos perpendiculares. Así, para una orientación dada, cada cristal presenta dos índices de refracción de la luz, que corresponden a cada uno de los rayos polarizados (Doce 1998; Institut d'Estudis Catalans 1997, en Mangado 2005).

En este estudio, salvo donde se indique lo contrario, el análisis microscópico ha sido realizado sobre láminas delgadas elaboradas en el Servei de Làmina Prima de la Universitat de Barcelona. Éstas han sido estudiadas mediante un microscopio petrográfico OLYMPUS modelo BX41 (de 40 a 400 aumentos). Las instantáneas han

---

<sup>11</sup> Mediante una sierra de disco de diamante se obtiene una superficie que se pule a fin de poseer un plano totalmente liso que se pega, con resinas sintéticas, a un portaobjetos. Posteriormente se lleva a cabo el serrado del resto de la muestra para obtener nuevas superficies a analizar (Mangado 2005: 45-46).

sido tomadas con una cámara fotográfica acoplada al microscopio modelo OLYMPUS SC30.

El estudio microscópico pone de manifiesto cuáles son y qué características presentan los minerales que constituyen la roca que observamos. De este modo, el análisis de una lámina delgada contempla el estudio de los minerales de manera individualizada y su análisis en conjunto, así como las relaciones y disposiciones entre los mismos -textura- (Mangado 2005: 45).

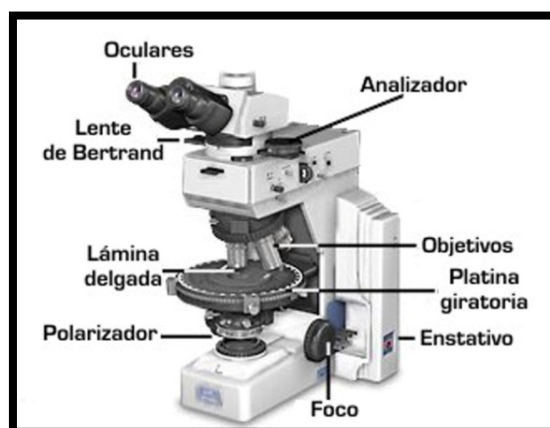


Fig. 46 – Partes de un microscopio polarizante. Fuente: <http://www.geologia.ujaen.es>

La observación al microscopio petrográfico puede llevarse a cabo desde dos modos de observación (Mangado 2005: 46):

- Observación con luz ortoscópica:
  - o Paralela: La luz que pasa por el polarizador no sufre ningún tipo de alteración al atravesar la preparación. Este tipo de observación nos informa sobre las características de los cristales (longitud, forma, color y variaciones selectivas).
  - o Cruzada: Junto con el polarizador insertamos el analizador. Éste nos permitirá obtener datos sobre el color de interferencia, observable en los materiales anisótropos. Los cristales anisótropos presentan extinción total cuatro veces durante un giro completo de la platina. Si la extinción tiene lugar cuando una cara es paralela a los hilos de la cruz axial hablamos de extinción paralela o recta. Si en el momento de la extinción la cara forma un ángulo determinado hablamos de extinción oblicua

(podemos medir el ángulo de extinción, de gran interés para la identificación de los minerales).

- Observación con luz conosópica: Junto con el polarizador y el analizador insertamos la lente condensadora (lente de Bertrand). Podremos observar la figura de interferencia en los cristales uniáxicos, que consiste en dos barras negras que se entrecortan en forma de cruz.

En el capítulo segundo ya expusimos cuáles eran los principales componentes silíceos y no silíceos del sílex, algunos observables a escala macroscópica. El estudio petrográfico nos va a permitir caracterizar texturalmente estos componentes, muchos no observables con lupa binocular. A continuación describiremos el proceso de análisis petrográfico y micropaleontológico que debe seguir la caracterización del sílex.

#### 3.2.4.1 Descripción de componentes silíceos

Según Bustillo (1976, en Mangado 2005) podemos diferenciar tres grupos de texturas para el cuarzo: fibrosas, granulares y criptocristalinas.

Las **texturas fibrosas del cuarzo** están formadas por asociaciones de fibras que, a su vez, se encuentran constituidas por diminutos cristales de cuarzo, no discernibles al microscopio polarizante. Estas texturas ya fueron tratadas en profundidad en el capítulo segundo, donde se explicaron los dos tipos de calcedonia en función de la elongación de las fibras. En el análisis petrográfico deberemos especificar el tipo de calcedonia, la disposición y su morfología (botroidal o esferulítica).

Las **texturas granulares del cuarzo** están formadas por cuarzo con propiedades ópticas normales. Cuando se presenta de forma masiva se pueden distinguir dos tipos de mosaicos (Mangado 2005):

- Mosaico sacaroide: Mosaico de cristales irregulares y difusos, de tamaño fino, con extinción en aguas. Esta textura se da cuando las fábricas de cuarzo funden variedades de calcedonita.
- Mosaico agregado: Mosaico de cristales de contorno más rectilíneo, de tamaño más grande que los del mosaico sacaroide, y extinción uniforme. En ocasiones



se pueden observar las etapas sucesivas de crecimiento que denotan un claro idiomorfismo.

Un caso especial de textura granular es la denominada textura granular radial (Bustillo 1976, en Mangado 2005). En ésta, los cristales de cuarzo romboédricos no se presentan en mosaico, sino que se orientan entre sí formando rosetones. Es una textura propia de ambientes de formación salinos. Se diferencian de los esferulitos fibrosos por la ausencia de bandas de extinción y por la individualización de cristales con su propia birrefringencia<sup>12</sup>. Otra textura similar es la granular anular, en la que los cristales de cuarzo se distribuyen en anillos alrededor de un centro isótopo de naturaleza no determinada. Los cristales son más irregulares y pequeños que en el caso anterior (Mangado 2005).

El tamaño de los cristales de cuarzo en las texturas granulares varía, pudiendo diferenciar entre cuarzo megacristalino o megacuarzo, cuarzo mesocristalino o mesocuarzo y cuarzo microcristalino o microcuarzo.

Si identificamos cristales de megacuarzo en una muestra deberemos precisar el % en referencia al conjunto, su tamaño y disposición en la lámina. Según la forma de los cristales haremos una distinción entre:

- Cristales anédricos: Las caras están mal definidas.
- Cristales subeuhedrales: Las caras están poco definidas.
- Cristales euhedrales: Las caras están bien definidas.

En función del tipo de cristal que abunde en el mosaico podremos hablar de la existencia de texturas xenotópicas (cuando predominan los cristales anédricos), hipidiotópicas (abundancia de cristales subeuhedrales) y texturas idiotópicas (predominio de cristales bien formados o euhedrales).

En lo referente a los componentes de microcuarzo y criptocuarzo presentes en las muestras de sílex, en el momento de analizarlos indicaremos el % y en el caso de los cristales de microcuarzo su tamaño y distribución en la lámina.

---

<sup>12</sup> Propiedad de doble refracción de la luz que presentan ciertos cristales ópticamente anisótropos. Ésta se debe al desdoblamiento de cada uno de los rayos que inciden según una dirección no paralela al eje óptico del cristal en el rayo ordinario que se refracta con un índice de refracción constante, y el rayo extraordinario, para el que el índice de refracción varía según el ángulo incidente (Institut d'Estudis Catalans 1997).

Las **texturas criptocristalinas del cuarzo** constituyen un grupo que hace referencia a aquellas tramas silíceas cristalinas que, debido al pequeño tamaño de los constituyentes que las integran, no permiten la identificación de ninguna de las texturas anteriormente descritas. Con luz paralela se muestran incoloras y con nícoles cruzados casi isótropas o proporcionando un punteado débilmente refringente (Mangado 2005: 51).

Las **texturas opalinas** se muestran amorfas al microscopio petrográfico. Su presencia se puede reconocer mediante la observación de láminas delgadas pero su determinación precisa (distinción de ópalo A, ópalo C-T u ópalo C) requiere de la difracción de rayos X (XRD). Tradicionalmente el ópalo se define en lámina delgada por poseer un color marrón-amarillento, con un marcado relieve negativo y presentarse isótropo con nícoles cruzados (Mangado 2005: 52). Cayeux realizó una primera clasificación de las texturas opalinas (Cayeux 1929, en Mangado 2005):

- Textura gelatinoide: Masas homogéneas dotadas de fuerte relieve e isótropas con nícoles cruzados.
- Textura perlítica: Descomposición de la materia en pequeñas perlas soldadas, dando al conjunto un aspecto mamelonar.
- Textura globular: Perlas independientes empastadas por masas calcedónicas.
- Textura esferulítica: Cuando los glóbulos o perlas presentan estructura radiada.
- Textura intraclástica o con diferencias concéntricas: Se manifiesta alrededor de elementos detríticos, únicamente observables con luz ortoscópica.
- Textura lusatítica: El ópalo manifiesta con nícoles cruzados disposición fibrosa parecida a las texturas fibrosas del cuarzo. Con luz paralela presenta contornos botroidales.

Los microfósiles de composición mineral silícea u opalina conservados en el sílex pueden aparecer en un estado de conservación óptimo o bien fragmentados debido a factores diversos. Así, los radiolarios presentes en las radiolaritas, rocas sedimentarias silíceas formadas por la acumulación de estos componentes esqueléticos opalinos, serán difícilmente observables al microscopio, pues dichos microfósiles se muestran muy afectados por la silicificación (Mangado 2005). En cambio, las espículas silíceas, presentes en grandes cantidades en las espiculitas, tienden a conservarse bien, siendo a menudo posible observar la estructura del canal central de las mismas (Mangado 2005).

ANÁLISIS ARQUEOPETROLÓGICO: Caracterización microscópica													
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMINA</b> Nº lámina. <input style="width: 100%;" type="text"/> Tipo de lámina <input style="width: 100%;" type="text"/> Ref. inventario macro. <input style="width: 100%;" type="text"/> Ref. Exc. <input style="width: 100%;" type="text"/>													
<b>COMPONENTES SILÍCEOS</b> <b>MEGACUARZO</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Disposición <input style="width: 100%;" type="text"/> Forma <input style="width: 100%;" type="text"/> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">En mosaico</td> <td style="border: none;">Palisádico</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">En puzzle</td> <td style="border: none;">Petalóide</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Almenado</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Formas hexagonales</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Extinción fibrosa ondulante</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Microflamboiant</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> <b>MICRO-CRIPTOCUARZO</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Disposición <input style="width: 100%;" type="text"/> Tipo <input style="width: 100%;" type="text"/> <b>CUARZO FIBROSO</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Disposición <input style="width: 100%;" type="text"/> Tipo <input style="width: 100%;" type="text"/> Morfología <input style="width: 100%;" type="text"/> Esferulítica    Botroidal <b>ÓPALO</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Textura Ópalo <input style="width: 100%;" type="text"/> <b>MICROFÓSILES SILÍCEOS</b> Tipo <input style="width: 100%;" type="text"/>		En mosaico	Palisádico	En puzzle	Petalóide	Almenado		Formas hexagonales		Extinción fibrosa ondulante		Microflamboiant	
En mosaico	Palisádico												
En puzzle	Petalóide												
Almenado													
Formas hexagonales													
Extinción fibrosa ondulante													
Microflamboiant													
<b>COMPONENTES NO SILÍCEOS I</b> <b>CARBONATOS</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Distribución <input style="width: 100%;" type="text"/> Tipo <input style="width: 100%;" type="text"/> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Bioclástico esq.</td> <td style="border: none;">Min. Pseudomorfos</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Bioclástico no esq.</td> <td style="border: none;">Min. Micrita</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Min. Romboedros</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> Descripción <input style="width: 100%;" type="text"/> <b>ÓXIDOS DE HIERRO</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Distribución <input style="width: 100%;" type="text"/> Morfología <input style="width: 100%;" type="text"/> Descripción <input style="width: 100%;" type="text"/> <b>TEST. EVAPORÍTICOS</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Distribución <input style="width: 100%;" type="text"/> Tipo <input style="width: 100%;" type="text"/> Descripción <input style="width: 100%;" type="text"/> <b>TERRÍGENOS/DETRÍTICOS</b> % <input style="width: 50px;" type="text"/> Tamaño <input style="width: 50px;" type="text"/> Distribución <input style="width: 100%;" type="text"/> Morfología <input style="width: 100%;" type="text"/> Descripción <input style="width: 100%;" type="text"/>		Bioclástico esq.	Min. Pseudomorfos	Bioclástico no esq.	Min. Micrita	Min. Romboedros							
Bioclástico esq.	Min. Pseudomorfos												
Bioclástico no esq.	Min. Micrita												
Min. Romboedros													

Fig. 47 – Ficha de registro del análisis microscópico.

<b>COMPONENTES NO SILÍCEOS II</b>		<b>INVENTARIO FOTOGRÁFICO</b>							
<b>POROSIDAD</b> %	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div>							
<b>Distribución</b>	<input style="width: 100%;" type="text"/>								
<b>Tipo</b>	<input style="width: 100%;" type="text" value="Primaria Secundaria"/>								
<b>Descripción</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Intergranular</td> <td style="padding: 2px;">Móldica</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Intraparticular</td> <td style="padding: 2px;">Otro...</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">De fractura</td> <td></td> </tr> </table>		Intergranular	Móldica	Intraparticular	Otro...	De fractura		
Intergranular	Móldica								
Intraparticular	Otro...								
De fractura									
<b>CEMENTACIÓN</b>		<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>							
<b>Mineralogía</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Sílice</td> <td style="padding: 2px;">Hematites</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Carbonato</td> <td style="padding: 2px;">Min. evaporíticos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Feldespatos y min. argila</td> <td style="padding: 2px;">Otro...</td> </tr> </table>		Sílice	Hematites	Carbonato	Min. evaporíticos	Feldespatos y min. argila	Otro...	
Sílice	Hematites								
Carbonato	Min. evaporíticos								
Feldespatos y min. argila	Otro...								
<b>Morfología cristales</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Equidimensional</td> <td style="padding: 2px;">Sintaxial</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Bladed</td> <td style="padding: 2px;">Poiquilitico</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fibroso</td> <td></td> </tr> </table>	Equidimensional	Sintaxial	Bladed	Poiquilitico	Fibroso			
Equidimensional	Sintaxial								
Bladed	Poiquilitico								
Fibroso									
<b>Distribución</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Intraparticular</td> <td style="padding: 2px;">Interpart. mosaico blocky</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Interpart. menisco</td> <td style="padding: 2px;">Interpart. mosaico drusy</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Interpart. gravitacional</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Interpart. isópaco-rim</td> <td></td> </tr> </table>	Intraparticular	Interpart. mosaico blocky	Interpart. menisco	Interpart. mosaico drusy	Interpart. gravitacional		Interpart. isópaco-rim	
Intraparticular	Interpart. mosaico blocky								
Interpart. menisco	Interpart. mosaico drusy								
Interpart. gravitacional									
Interpart. isópaco-rim									
<b>Descripción</b>	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>								
<b>OBSERVACIONES</b>		<input style="width: 100%; height: 100px;" type="text"/>							

Fig. 48 – Ficha de registro del análisis microscópico.

Los fósiles de composición mineral carbonatada también son relativamente frecuentes, pudiéndose presentar en un estado de conservación diverso. Estos elementos deberán ser descritos en la ficha de caracterización microscópica (figs. 47 y 48).

#### 3.2.4.2 Descripción de componentes no silíceos

Como ya describimos en el capítulo segundo, en el análisis del sílex vamos a identificar diversos componentes no silíceos. En lo que se refiere a los carbonatos, identificaremos en la ficha de caracterización microscópica el % presente, su tamaño y distribución en la lámina. También indicaremos si se trata de carbonatos previos a la silicificación (de tipo bioclástico esquelético o no esquelético o mineral -romboedros, pseudomorfos o micrita-) o posterior a ésta.

En el caso de los óxidos de hierro, notificaremos el % presente, la morfología, tamaño y disposición en la lámina. De la misma manera, en caso de hallar testimonios evaporíticos indicaremos el %, tamaño, disposición en la lámina y si estamos ante relictos de anhidrita o pseudomorfos lenticulares o aciculares. Sobre los terrígenos/detríticos (cuarzo, moscovita u otros elementos) también apuntaremos el %, tamaño, disposición en la lámina y su morfología.

En este apartado describiremos la porosidad, en el caso de existir, indicando el % y su disposición en la lámina. También haremos una distinción y describiremos el tipo de porosidad. En el sílex podemos identificar diferentes tipos de porosidades. Choquette y Pray (1970) propusieron una clasificación de estas porosidades:

- Porosidad intergranular o interparticular: Es la que se da entre los granos o partículas.
- Porosidad intragranular o intraparticular: Se da dentro de los granos o partículas.
- Porosidad intercrystalina: Es análoga a la intergranular cuando las partículas son cristales.
- Porosidad de molde: Es la que resulta de la disolución de una partícula cuando se conserva la marca de su morfología externa.
- Porosidad de carcasa: Es la porosidad generada por una bioconstrucción.
- Porosidad de fractura: Es la generada por la fracturación de la roca.

- Porosidad vacuolar (*vug*): Es una porosidad generada por disolución, que se diferencia de la anterior porque la morfología de los poros es más o menos equidimensional.
- Porosidad de caverna: Es una porosidad generada por disolución a gran escala.

Por último deberemos describir, en caso de estar presentes, la existencia de procesos de cementación en el sílex. En primer lugar haremos referencia a la mineralogía de los cementos (de sílice -cuarzo, ópalo o calcedonia-, de carbonato -calcita o dolomita-, de feldespato y minerales de las arcillas, de hematites o de minerales evaporíticos -yeso o anhidrita-). En segundo término definiremos la morfología de los cristales:

- Cemento equidimensional: Cristales de dimensiones similares.
- Cemento *bladed*: Cristales en forma de hoja.
- Cemento fibroso: Cristales de largas dimensiones.
- Cemento sintaxial (sobrecrecimiento): Las partículas son monominerálicas.
- Cemento poiquilítico: Engloba varios clastos.

Seguidamente definiremos la posición -distribución- del cemento en el conjunto de la textura:

- Cemento intraparticular: En el interior de las partículas.
- Cemento interparticular: Entre las partículas. Puede ser de diversos tipos:
  - o Menisco: Partículas próximas entre ellas donde los primeros cristales que se precipitan lo hacen en los lugares más próximos a los clastos. Distribución típica en ambientes vadosos, con poca agua.
  - o Gravitacional: Cemento bajo las partículas. Típico de ambientes con poca agua, formado en el lugar en que cuelga la gota.
  - o Isópaco-rim: Distribución alrededor del clasto. Muy frecuente en medios freáticos, donde hay más disponibilidad de agua.
  - o Mosaico: Los cristales dibujan un mosaico, que puede ser de dos tipos:
    - *Blocky*: Cristales de medidas similares.
    - *Drusy*: Cristales de diferentes tamaños.

En último lugar, en lo referente a procesos de cementación deberemos señalar, en el caso de observar diversos tipos de cementos, el orden temporal de los mismos.

### 3.2.4.3 Otras técnicas de caracterización microscópica

La caracterización microscópica del sílex puede llevarse a cabo con otras técnicas de análisis, sean éstas de carácter físico o químico. Las técnicas físicas de caracterización más comunes son (Mangado 2004):

- Determinación de la densidad: Mediante la picnometría se establece la relación entre la masa y el volumen de cualquier sustancia.
- Difracción de Rayos X (XRD): Obtiene una caracterización de la muestra a partir de su estructura cristalina.
- Índice de cristalinidad (por XRD): Varía en función de la naturaleza de la roca afectada por la silicificación, siendo las rocas de naturaleza caliza las que poseen un índice de cristalinidad más elevado.
- Porosimetría del mercurio: Usada para calcular la porosidad de los materiales, aportando información de orden cualitativo -tipo de porosidad y distribución de la misma- y cuantitativo -densidad-.

Las técnicas químicas de caracterización informan sobre la composición química de los materiales analizados, aportando datos de carácter cualitativo. Se trata de técnicas de carácter destructivo, que comportan un elevado coste económico y pueden llevar a errores debido a los cambios en la composición química del material debido a la alta variabilidad existente en el sílex que afecta a todas las escalas de análisis. En función de la base de energía utilizada para excitar a los electrones se distinguen tres grupos de técnicas (Mangado 2005: 69-73):

- Técnicas basadas en la luz:
  - o Espectroscopia de emisión óptica (OES): Cuando una muestra se calienta a altas temperaturas (4000-5000 °K) se emiten unas líneas que son registradas por el espectro óptico.
  - o Espectroscopia por absorción atómica (AAS): Se basa en la absorción, por parte de los átomos presentes en la muestra, de la luz emitida desde una lámpara catódica.
- Técnicas que implican absorción o emisión de rayos X:
  - o Fluorescencia de Rayos X (XRF): La muestra es irradiada por un haz de rayos X, que excita los electrones de los átomos del material. Midiendo

la intensidad de los rayos a diferentes longitudes de onda es posible determinar las concentraciones de los diferentes elementos químicos de la muestra.

- Análisis por emisión de partículas inducidas por rayos X (PIXE): Utilizando un principio parecido al anterior, se mide la energía que desprenden los átomos al recuperar su estadio de equilibrio. En este caso se hace uso de un haz concentrado de partículas cargadas de energía, por lo que únicamente se puede caracterizar una parte reducida de la muestra.
- Técnicas que implican la activación neutrónica:
  - Análisis por activación neutrónica (NAA): Las muestras a analizar se irradian con un haz de neutrones producidos por un reactor nuclear, convirtiendo la muestra en radioactiva.
- Otro tipo de técnicas:
  - Espectroscopia por emisión de plasma (IPCAES<sup>13</sup>): La muestra disuelta se inyecta en un flujo de argón para formar un aerosol. Éste se calienta hasta transformarse en una luz de plasma. El espectro de emisión que se produce por los átomos excitados es analizado para revelar los elementos presentes y sus concentraciones.

### 3.2.5 La comparación de resultados y la interpretación arqueológica

Superado el estadio de caracterización macroscópica y tras el estudio microscópico de las piezas que hemos considerado claves, sería el momento de comparar los resultados obtenidos en los análisis de las piezas arqueológicas y los alcanzados con las muestras geológicas, a fin de poder establecer grupos afines entre ambos registros según las similitudes observadas. La obtención de estos resultados únicamente será posible mediante la combinación de las dos técnicas de análisis. Así, el uso de métodos geoquímicos sin el previo análisis macroscópico de las muestras sería, como ya remarcó J. Rostand (en Masson 1979) *employer un thermomètre de haute précision pour prendre la température d'un fantôme*. Por ello, y siguiendo las palabras de Masson, *c'est dans le tri des industries qu'on précise les types et leurs variabilités, qu'on juge de l'opportunité de telle analyse, qu'on oriente la recherche d'origine* (Masson 1979).

---

<sup>13</sup> *Inductively-Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*.



Después de la comparación de resultados cabría llegar a alcanzar el último estadio de la caracterización arqueopetroológica, siendo éste la interpretación arqueológica de los datos que el estudio nos ha ofrecido. La definición de grupos de sílex y la determinación de sus lugares de formación no son más que el medio que debe aproximarnos al conocimiento de cuestiones económicas y sociales de los grupos de la Prehistoria, pudiendo aportar nuevos datos sobre la movilidad de dichas comunidades y su concepción de la territorialidad.

### 3.2.6 La representación cartográfica

Hemos querido aprovechar el presente capítulo metodológico para abordar una cuestión que consideramos interesante y de la que queríamos exponer algunas reflexiones.

Para el desarrollo de la tesis doctoral hemos optado por representar la cartografía aprovechando algunos de los recursos que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así, utilizando el programa *QuantumGis* y empleando Modelos Digitales de Terreno (200) hemos elaborado un mapa común en el que, según necesidad, se representan los yacimientos objeto de estudio y/o las formaciones geológicas y afloramientos requeridos. Para marcar las distancias aproximadas hemos elaborado unos círculos concéntricos a partir de cada yacimiento, con el mero objetivo de adquirir una idea de las distancias entre yacimiento y afloramientos.

Somos plenamente conscientes de que el mapa que hemos empleado no responde a las últimas tendencias en representación cartográfica. Únicamente hemos querido plasmar gráficamente la distancia entre yacimientos y afloramientos, siendo totalmente conscientes de que los círculos concéntricos no son la mejor solución, pues no plasman la dificultad real en función de los accidentes orográficos, pero sí que responden al objetivo de ser una ayuda visual que complementa al texto.

A día de hoy desconocemos el punto exacto en el que fueron recuperados muchos de los sílex documentados en los distintos yacimientos arqueológicos analizados, es decir, la relación precisa entre yacimientos y afloramientos. Es por ese motivo que en la representación cartográfica propuesta únicamente plasmamos los yacimientos y los puntos de afloramiento documentados, siendo conscientes de la posible existencia de

depósitos secundarios u otros afloramientos primarios hoy destruidos o simplemente no encontrados.

Tampoco hemos elaborado rutas óptimas para alcanzar los afloramientos pues, aun conociendo los puntos precisos de captación de materias, es “imposible” discernir los criterios culturales prehistóricos empleados para llegar a dichos lugares. Los Sistemas de Información Geográfica elaboran rutas óptimas según una serie de criterios que nosotros podemos precisar. Sin embargo, nunca podremos conocer si los grupos humanos que se asentaron en los distintos yacimientos objeto de estudio siguieron las rutas más óptimas a ojo del investigador, basadas en criterios actuales, o bien factores sociales, culturales o simbólicos pudieron influenciar en las rutas escogidas.

No obstante, pese a lo expuesto anteriormente, consideramos indispensable conocer las distintas herramientas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica, pues pueden aportar datos de mucha importancia para la comprensión de los comportamientos de los grupos humanos pasados. Sin embargo, este tema es ya motivo de otra tesis doctoral, por lo que no incidiremos más en este aspecto.

## 4. EL SÍLEX DE LA VERTIENTE SURPIRENAICA EN SU CONTEXTO GEOLÓGICO

### 4.1 Introducción

Como se ha referenciado en el apartado metodológico, la prospección de terreno para la localización de afloramientos de sílex constituye una parte fundamental del estudio, pues únicamente mediante la comparación de piezas arqueológicas con muestras recuperadas en su contexto geológico original podremos llegar a determinar similitudes o divergencias entre ejemplares y obtener información de gran importancia para el estudio de la movilidad humana. Asimismo, la localización de sílex en posición primaria nos va a permitir observar, por lo general, muestras con escasos procesos de alteración, poco frecuentes en determinados yacimientos arqueológicos.

Para el desarrollo de esta tesis doctoral hemos considerado necesario delimitar *a priori* un área geográfica sobre la que realizar el estudio geológico pertinente. Por ese motivo, y debido principalmente a la situación pirenaica y prepirenaica de los yacimientos estudiados (fig. 49), hemos considerado adecuado analizar aquellas formaciones geológicas que contienen sílex y que afloran en la zona pirenaica y prepirenaica centro-oriental o en el contacto de ésta con la vertiente oriental de la Cuenca del Ebro.

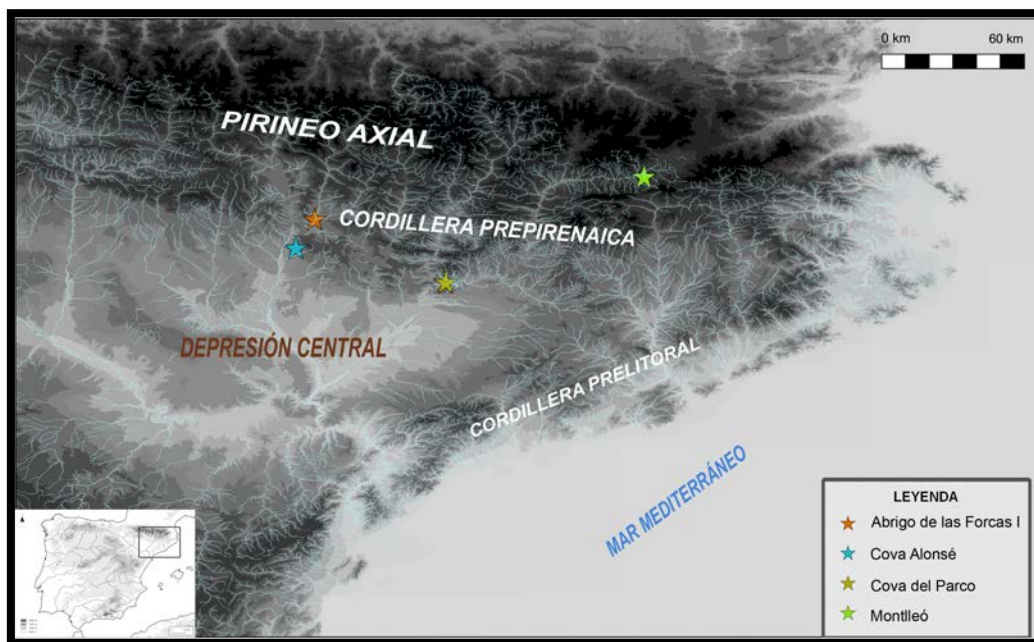


Fig. 49 – Principales accidentes geográficos del área donde se sitúan los cuatro yacimientos meridionales analizados.

## 4.2 Contextualización geográfica y geológica

### 4.2.1 Los Pirineos

Los Pirineos corresponden a la porción de la Cordillera Pirenaica que se extiende entre el Golfo de Lion y el Golfo de Vizcaya. De Norte a Sur se han delimitado tres zonas mayores: la Zona Norpirenaica, la Zona Axial y Macizos Vascos y la Zona Surpirenaica (Matauer 1968, en Vera 2004) (fig. 50).

La Zona Surpirenaica corresponde a unos materiales post-variscos de vergencia sur que forman la cobertera de la Zona Axial y se encuentran entre la Falla Norpirenaica y el Frente de Cabalgamiento Surpirenaico. En esta zona se pueden considerar tres subzonas delimitadas por las alineaciones estructurales del Segre, del Cinca y de Pamplona (Vera 2004: 236):

- La Zona Surpirenaica Oriental corresponde a la zona comprendida entre el Mar Mediterráneo y la alineación estructural del Segre. En ella se distinguen unos cabalgamientos superiores, formados por un Mesozoico relativamente potente y Terciario, que corresponden a las unidades de Pedraforca, Bac Grillera – Biure y de Figueres – Montgrí, y unos cabalgamientos inferiores que incluyen basamento varisco con una cobertera formada por el Garum y el Paleógeno (Unidad de Cadí).
- La Zona Surpirenaica Central corresponde al sector comprendido entre la estructura del Segre y los afloramientos mesozoicos y cenozoicos que constituyen el límite occidental de la Unidad Surpirenaica Central, en el valle del Cinca. Comprende, de Norte a Sur, la Zona de los Nogueres y la Unidad Surpirenaica Central (que incorpora la Unidad de Bóixols – Turbón, el cabalgamiento del Montsec y las Sierras Marginales).
- La Zona Surpirenaica Occidental se corresponde aproximadamente con la Cuenca de Jaca – Pamplona.

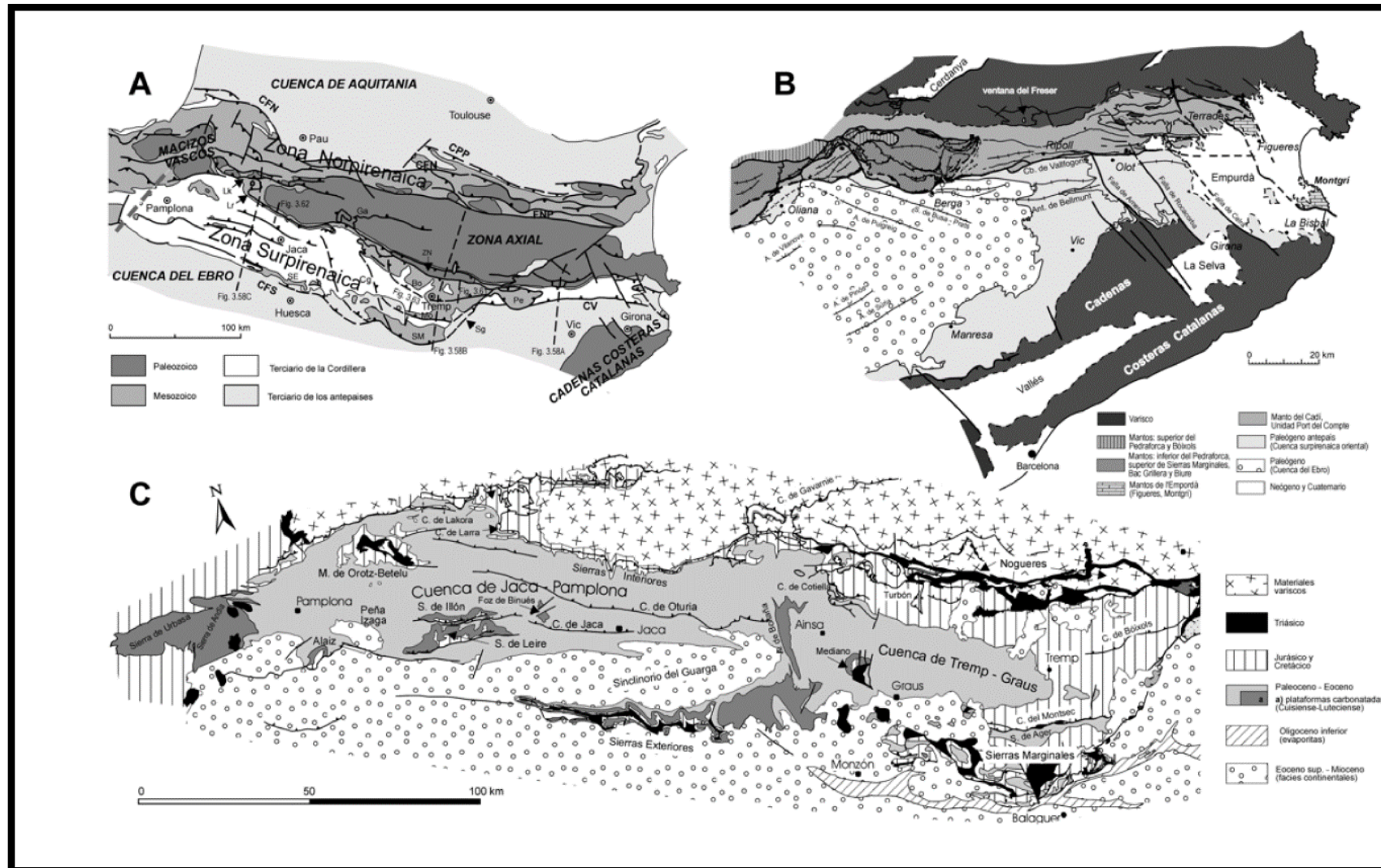


Fig. 50 – Esquema estructural de los Pirineos. Fuente: Vera 2004: 235.

#### 4.2.2 La Cuenca Terciaria del Ebro

La Cuenca Terciaria del Ebro es una cubeta periférica tardía de antepaís muy relacionada con la evolución de los Pirineos. Ésta se formó durante el Paleógeno como un área sedimentaria asimétrica y su evolución estuvo estrechamente ligada al emplazamiento de las láminas cabalgantes pirenaicas. En la actualidad, el margen SO de la Cuenca del Ebro está limitado por la Cordillera Ibérica, mientras que el margen SE lo constituye la Cadena Costero-Catalana, existiendo entre ambas la Zona de Enlace (Guimerà 1984, en Gomis 1997) (fig. 51).

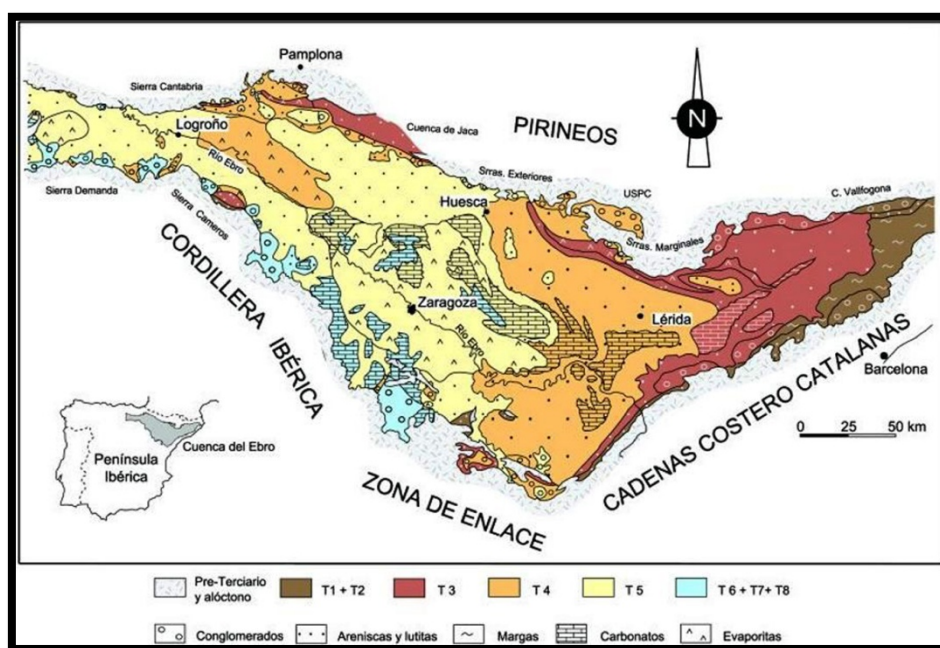


Fig. 51 – Ubicación y litologías principales de la Cuenca del Ebro. Fuente: Vera 2004: 538.

La Cuenca del Ebro asumió su identidad estructural durante el Oligoceno, al acabar la principal actividad tectónica de los Pirineos orientales. Así, en el nordeste peninsular quedaron levantadas las cordilleras pirenaica, ibérica y costero-catalana, delimitando una cubeta triangular cerrada sin comunicación con el mar y en la que se acumularían importantes espesores de sedimentos procedentes de la erosión de las cordilleras durante el Oligoceno y el Mioceno.

Esta cubeta triangular se extiende actualmente desde Lleida a Logroño, y desde Huesca y Pamplona hasta Alcañiz. En los bordes de la cuenca los sedimentos fueron conducidos y depositados por ríos y abanicos aluviales desde los Pirineos y la Ibérica originando capas de arcillas y areniscas. Las zonas centrales de la depresión del Ebro se vieron

ocupadas por grandes lagunas someras donde se depositaban calizas y margas en los periodos más húmedos, y yesos en los más áridos. Hacia el Plioceno, y coincidiendo con un momento de mayor humedad, la cuenca del Ebro se abrió al Mediterráneo. Cesó la sedimentación y se estructuró una red de drenaje que comenzó a transportar los sedimentos hasta el mar (Buil 2007: 23).

### 4.3 Metodología de trabajo

Para la consecución de nuestros objetivos, en primer lugar consultamos la cartografía geológica existente, para observar qué formaciones incluían silicificaciones, pero debido a que el presente estudio no es el primero de esta índole y que otros autores ya han trabajado la cuestión del sílex desde una perspectiva arqueológica en algunas de las áreas de estudio (Terradas 1996; Tarrío 2001; Mangado 2002; Ortega 2002) fue de gran valor la consulta de los mencionados trabajos para la consecución de nuestros objetivos. Asimismo, la existencia de dos grandes litotecas de rocas silíceas (Lithicub<sup>1</sup> y Litocat<sup>2</sup>), que incluyen muestras de sílex de algunas de las formaciones de nuestro interés, ha facilitado en gran medida la investigación, evitando reiteradas salidas de campo y economizando de esta manera tiempo y esfuerzos.

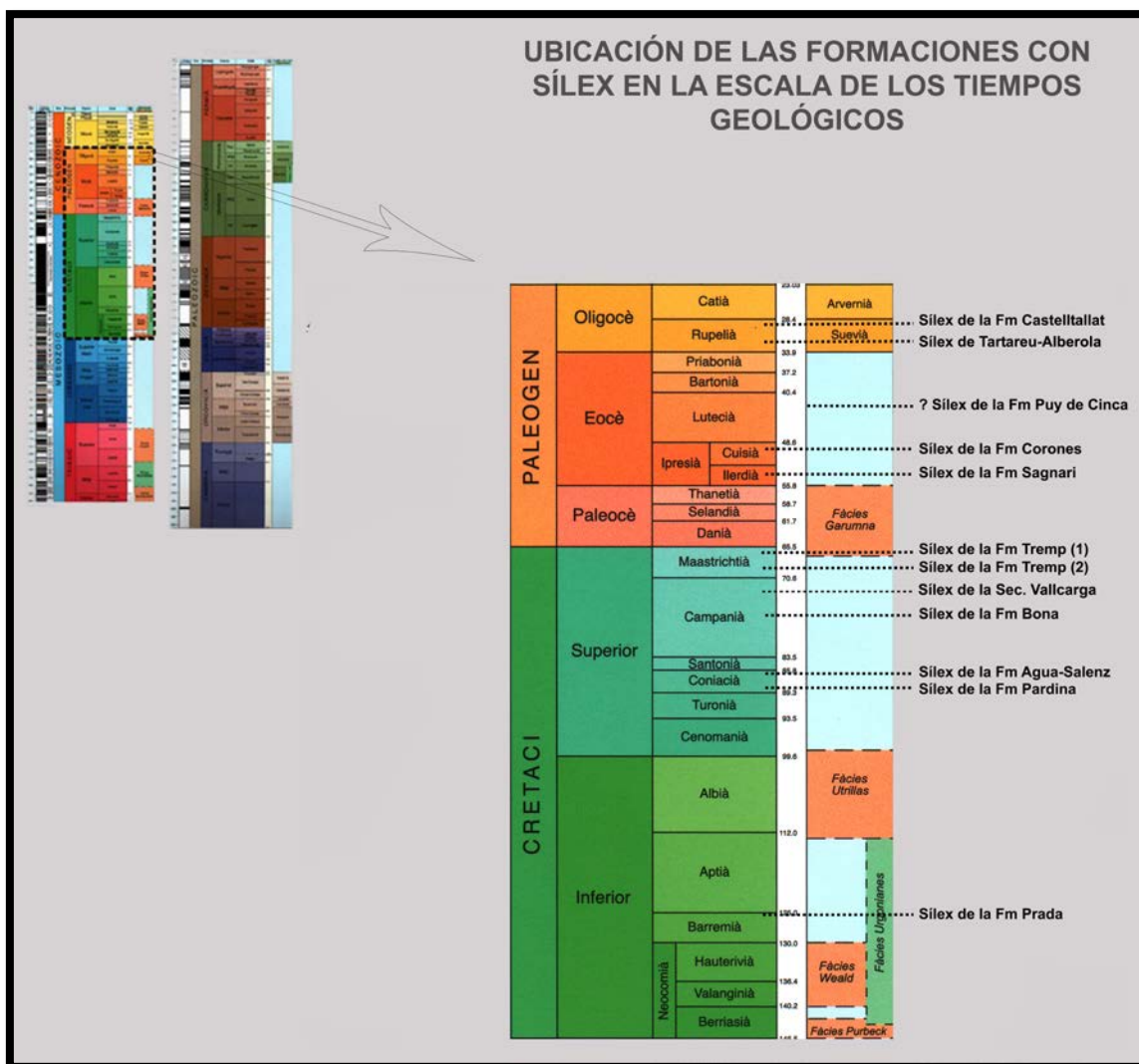
La existencia de trabajos previos en determinadas zonas facilitó el estudio, sin embargo, nos vimos obligados a realizar nuevas salidas de campo para localizar nuevos afloramientos de sílex que se ubicaban en lugares más próximos a los diferentes yacimientos estudiados.

A continuación presentamos, siguiendo el orden temporal de la escala geológica –del Cenozoico al Mesozoico-, las diferentes formaciones analizadas, los afloramientos localizados y los resultados de la caracterización macroscópica y microscópica efectuados (fig. 52).

---

<sup>1</sup> La Litoteca de Rocas Silíceas de la Universidad de Barcelona, además de ser consultable de manera presencial, posee una página web con una descripción detallada de afloramientos y muestras. Para más información, [www.lithicub.net](http://www.lithicub.net).

<sup>2</sup> La Litoteca de Rocas Silíceas de Catalunya (Litocat), adscrita a la Institución Milá i Fontanals del CSIC, posee una colección de referencia con gran cantidad de muestras del nordeste peninsular, y puede ser consultada presencialmente en los laboratorios de dicha institución.



**Fig. 52** – Ubicación en la escala de los tiempos geológicos de las formaciones con sílex estudiadas.

Fuente: Base Institut Geològic de Catalunya (en adelante IGC). Modificado.

#### 4.4 Descripción de las formaciones y materiales estudiados

##### 4.4.1 El sílex de la Formación Castelltallat (Rupeliense - Estampiense, Oligoceno)

En la hoja de Balaguer a escala 1:50.000 publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (en adelante IGME) en 1998 (segunda serie) se hace mención a la existencia de una unidad de calizas estratificadas en niveles centimétricos y decimétricos, entre los que se intercalan lutitas arcillosas y margas, así como niveles de sílex. La unidad aparece bien representada en la serie de Castelló de Farfanya (La Noguera, Lleida), con una potencia de 80 m, disminuyendo a 50 m cerca de Algerri (La Noguera, Lleida) y Alfarràs (El Segrià, Lleida), y se ha precisado una edad del Estampiense superior (parte



alta del Oligoceno inferior), de acuerdo con los datos bioestratigráficos disponibles (IGME 1998: 13).

En 1989, Anadón *et al.* publicaron un artículo sobre los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro. En éste, se describía la Formación Castelltallat, formada por calizas micríticas con carofitas, ostrácodos, gasterópodos y nódulos de sílex (Anadón *et al.* 1989: 213).

Para el desarrollo de su tesis doctoral, Mangado (2002) prospectó la Serra Llarga entre las poblaciones de Castelló de Farfanya y Alfarrás, documentando más de cuarenta puntos de afloramiento de sílex en posición primaria, entre los que destaca un afloramiento (CDF3) con abundantes lascas y fragmentos de nódulos, evidenciando la posible existencia de un taller en superficie (Mangado 2002: 155-156).

Nuestro interés en este caso fue reseguir la formación más allá de Algerri para ver si continuaba, pues de ser así, podría aportar puntos de aprovisionamiento más cercanos para los yacimientos de Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro) y el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza). Por ello, consultamos la hoja de Barbastro a escala 1:50.000 publicada por el IGME en 1943. En ésta se describen las calizas lacustres del Estampiense, que afloran al este de la población de Peraltilla (Somontano de Barbastro, Huesca), pero no se indica si contienen nódulos de sílex. Sin embargo, en la tesis doctoral *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro*, su autor, A. Sáez, estudió los materiales de la Formación Castelltallat en las proximidades de Peraltilla. Esta serie, describe Sáez, está constituida por niveles de calizas que alternan con tramos de lutitas. Las calizas son mayoritariamente de facies micrítica y con nódulos de *chert* y presentan fauna y flora típicamente lacustres (Sáez 1987: 45).

Así, en una de las salidas de campo realizadas (diciembre de 2011) pudimos localizar un depósito primario y subprimario con sílex nodulares en las calizas margosas del Estampiense – Rupeliense. El sílex aflora en el alto de la Sierra del Vedado, que se extiende de Sur a Norte al este de Peraltilla. Asimismo, y sin obtener resultados positivos, prospectamos la zona entre Alfarrás y Tamarite de Litera (La Litera, Huesca), pero únicamente pudimos observar la presencia de yesos.

El depósito de Peraltilla (fig. 53), del mismo modo que los localizados a lo largo de la Serra Llarga, presentaba nódulos de sílex irregulares con un tamaño de entre 5 y 30 cm. El córtex, muy fino, mostraba un contacto neto con la masa silícea y un escaso rodamiento.

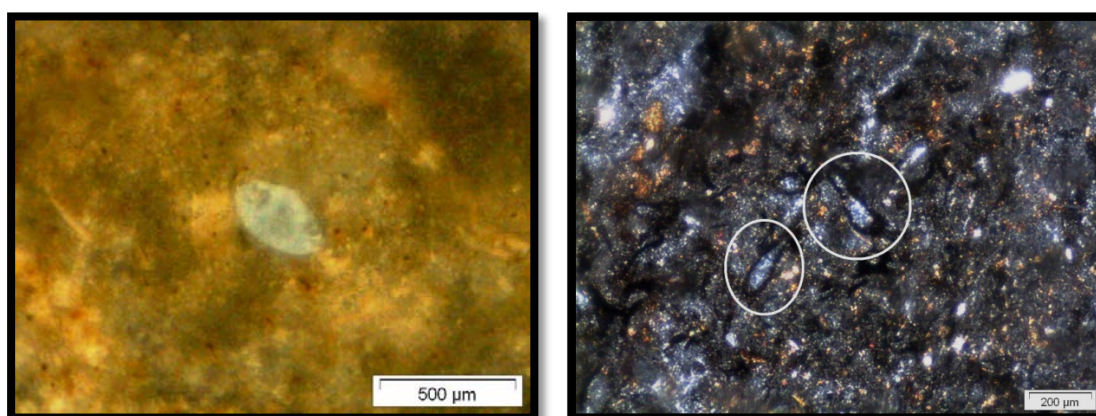


Fig. 53 – Nódulos de sílex en posición primaria del depósito de Peraltilla.

La caracterización macroscópica de las muestras permite observar sílex de coloración oscura con un grano fino y una superficie lisa, siendo generalmente alta la aptitud a la talla. La textura es heterogénea y posee abundantes inclusiones de óxidos metálicos, relictos carbonatados y en menor medida posible materia orgánica y granos de cuarzo detrítico. En el caso de las muestras recogidas en las proximidades de Alfarrás, los óxidos metálicos son muy abundantes, siendo la coloración más rojiza. Las secciones transversales y longitudinales de algas carofitas, junto con las de gasterópodos, éstas en menor cantidad, constituyen el principal contenido micropaleontológico (fig. 54). Las alteraciones más frecuentes son la presencia de fisuras -de tipo tectónico- y la patinación, de carácter dominante y superficial.

La observación al microscopio petrográfico de las láminas delgadas elaboradas permite observar unos nódulos en proceso de silicificación en el que los componentes carbonatados son muy abundantes. Un mosaico de microcriptocuarzo, presente en aproximadamente un 50% de la lámina, reemplaza una matriz carbonatada en origen. Se observan algunos componentes esqueléticos -posiblemente restos de secciones de algas

carofitas (fig. 55)- en proceso de sustitución por un cemento de cuarzo fibroso de elongación negativa y morfología botroidal. Romboedros de calcita o dolomita, óxidos metálicos y gránulos subangulosos de cuarzo detrítico están presentes en porcentajes variables entre el 1 y el 5%. Asimismo, en algunas de las láminas se ha detectado hasta un 3% de porosidad primaria.



**Figs. 54 y 55** – Secciones bioclásticas observadas en dos muestras de sílex de la Formación Castelltallat. Vistas a la lupa binocular (izq.) y al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.2 El sílex oligoceno de Tartareu – Alberola (Rupeliense, Oligoceno)

En la hoja de Àger a escala 1:25.000 publicada por el IGC se menciona la presencia de sílex nodular en las calizas, margocalizas grises y blanquecinas y margas gris verdoso del Oligoceno (Ocm) (IGC 2008). Las calizas y margocalizas se hallan estratificadas en capas de potencia decimétrica y alternan con niveles margosos de entre 1 y 3 m de grosor. Las calizas son micríticas y contienen restos de gasterópodos y granos de arena. Son facies lacustres atribuidas al Oligoceno que afloran únicamente en la Sierra de San Miquel, en una formación geológica que se extiende de Este a Oeste al sur de las poblaciones de Alberola y Tartareu (La Noguera, Lleida).

El Atlas Geològic de Catalunya (2010) especifica la edad de esta formación en el Rupeliense. Asimismo, en una publicación de Ullastre y Masriera sobre la estratigrafía del Paleógeno del sinclinal de Tragó de Noguera (Ullastre y Masriera 1988), se hace referencia a la existencia de nódulos de sílex al sur del núcleo poblacional de Tartareu. Según estos autores, los sílex de Tartareu podrían tener una correlación con los de Peraltilla, pues el contenido micropaleontológico es similar (se observan secciones de

*Chara microcera* y *Chara tornata*), y muestran una correspondencia cronoestratigráfica (Ullastre y Masiera 1988: 97). Sin embargo, debido a la existencia de algunas diferencias observadas principalmente en el análisis macroscópico y al hecho de que en el Atlas Geològic de Catalunya (2010) vienen definidas como unidades distintas, hemos considerado adecuado explicarlas por separado.

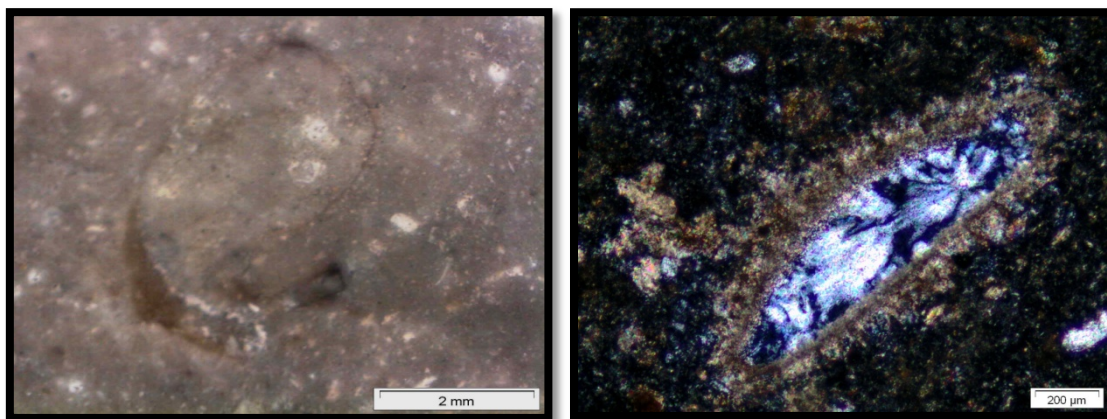
En una de las prospecciones de campo llevadas a cabo (junio de 2011) identificamos dos afloramientos en posición primaria en el término municipal de Alberola. El sílex presenta una coloración marrón y morfología nodular con tamaños que oscilan entre los 5 y 20 cm (fig. 56).



**Fig. 56** – Sílex en posición primaria en el depósito de Alberola.

El análisis macroscópico de las muestras recuperadas en los trabajos de prospección ha permitido observar un grano fino y una superficie entre lisa y rugosa debido a la presencia de algunas fisuras, de tipo tectónico. La textura es heterogénea con inclusiones de óxidos metálicos y relictos carbonatados. Se identifica un contenido micropaleontológico que evidencia un ambiente de sedimentación lacustre, con presencia de algas carofitas y secciones de gasterópodos (fig. 57).

A nivel microscópico se observa un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal, con algunos testimonios de cuarzo fibroso de elongación negativa. Los elementos carbonatados no esqueléticos y componentes esqueléticos (secciones de algas carofitas, gasterópodos y ostrácodos) son muy abundantes, con porcentajes que superan el 40% (fig. 58). En cantidades inferiores (1-3%) hallamos óxidos metálicos y granos subangulosos de cuarzo detrítico.



**Figs. 57 y 58** – Sección de gasterópodo a la lupa binocular (izq.) y sección de alga carofita vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.3 El sílex de la Formación Coronas (Cuisiense, Eoceno)

Definida por Rosell *et al.* (1993, en IGME 1994b: 35) como calizas grises con nódulos de sílex con una intercalación detrítica roja, la Formación Coronas aflora a lo largo del Manto del Cadí extendiéndose de Este a Oeste. Está definida en las hojas correspondientes a dicha zona a escala 1:50.000 de la serie Magna del IGME (1994b, 1994c, 1994d, 1994e) y Tosquella y Samsó (1996), Giménez *et al.* (1999) y Calvet *et al.* (2007), entre otros, la describieron ampliamente.

La Formación Coronas, originada en un ambiente sedimentario marino previo a la orogenia alpina, se sitúa sobre las margas de la Formación Sagnari y se atribuye al Cuisiense. La Formación Coronas está constituida por tres unidades principales: dos unidades detríticas y una caliza. La unidad caliza está separada por tres potentes tramos. El tramo medio presenta una laminación con alternancias milimétricas a centimétricas de calizas y calizas margosas con abundantes ostrácodos, miliólidos, pequeños bivalvos, gasterópodos y nódulos de sílex.

En junio de 2011, en una de las campañas de prospección llevadas a término, localizamos dos afloramientos con sílex en las calizas de la Formación Coronas. Uno de ellos en el Coll dels Terrers, próximo a la cima del Comabona, y el otro en un corte de la carretera que desde Bagá se dirige a Gréixer (El Berguedà, Barcelona).

El sílex aparece en niveles estratificados y nodulares altamente encajado en las calizas del Cuisiense (fig. 59). La coloración es muy oscura y el contacto del córtex con la masa

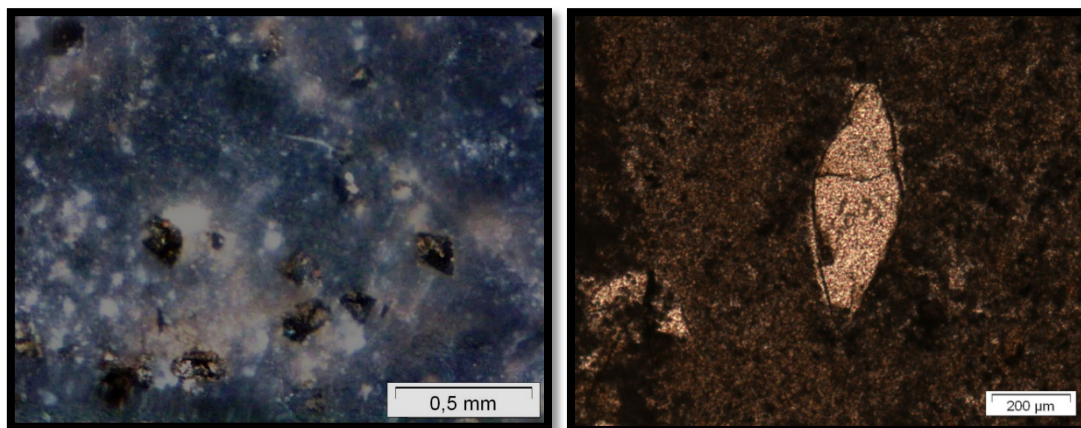
silíceo es neto. El tamaño de grano es fino y la superficie presenta abundantes rugosidades debido principalmente a la existencia de porosidades y fisuras.



**Fig. 59** – Sílex de la Formación Coronas en posición primaria en el depósito de Riugréixer.

El análisis a la lupa binocular de las muestras recuperadas permite observar una textura con abundantes inclusiones de óxidos metálicos, relictos carbonatados, posible materia orgánica y cristales romboédricos de calcita o dolomita en proceso de disolución (fig. 60). Se observan algunas secciones de bioclastos, posiblemente de ostrácodos.

A nivel microscópico, un mosaico de microcriptocuarzo es el componente mayoritario de las láminas delgadas. Se distinguen formas fibrosas del cuarzo, concretamente calcedonia de elongación negativa y morfología esferulítica. Los carbonatos, previos a la silicificación, son abundantes, en forma de elementos bioclásticos (se identifican secciones de ostrácodos y miliólidos) (fig. 61) y micrita. También se observan inclusiones de óxidos metálicos y cristales romboédricos de calcita o dolomita en proceso de disolución.



**Figs. 60 y 61** – Cristales romboédricos de calcita o dolomita observados con lupa binocular (izq.) y sección de miliólido vista al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.).

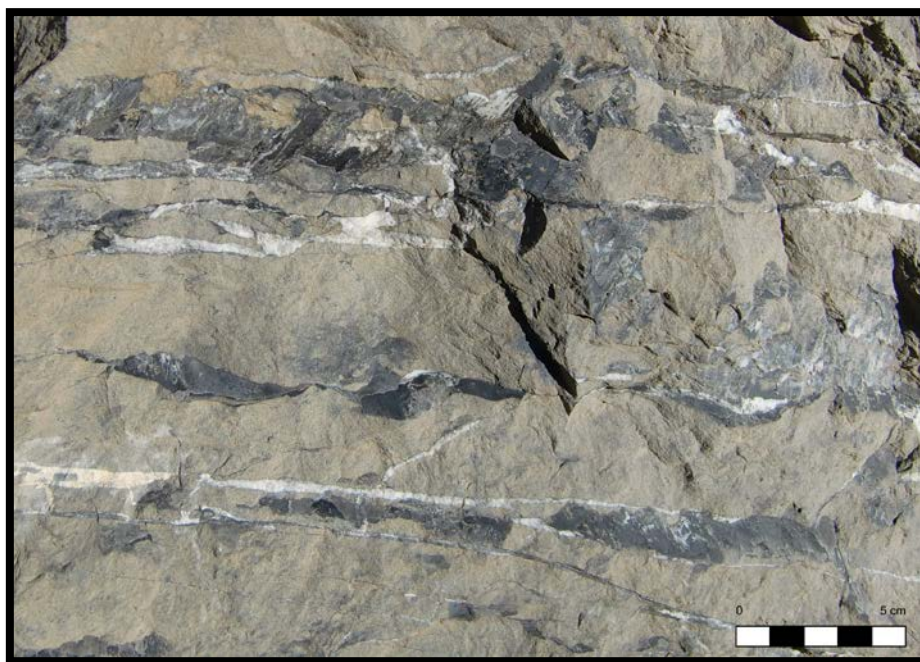
#### 4.4.4 El sílex de la Formación Sagnari (Ilerdiense, Eoceno)

En la hoja 256 (Ripoll) a escala 1:50.000 de la serie Magna publicada por el IGME (1994c) se define la Formación Sagnari, que en las proximidades de Sant Joan de les Abadesses (El Ripollès, Girona) contiene nódulos de sílex.

La Formación Sagnari está constituida por margas y margocalizas grises que, en parte, son equivalentes laterales de la Formación Cadí. Esta formación se encuentra representada en las unidades estructurales del Manto del Cadí y en los Mantos de la Garrotxa. Dentro del Manto del Cadí, Tosquella y Samsó (1996) estudiaron en el área del Berguedà la sección de la Pobla de Lillet y en el área del Ripollés las secciones de Ogassa-Fogonella, del Taga y de Mataplana-Montgrony.

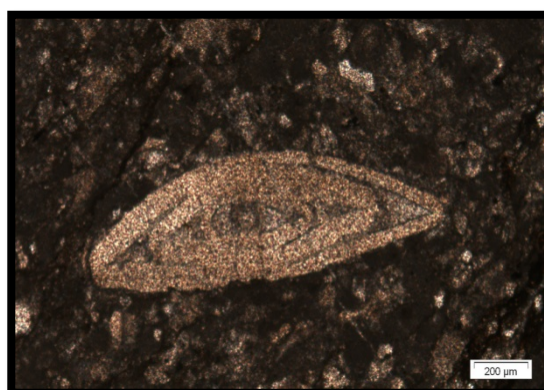
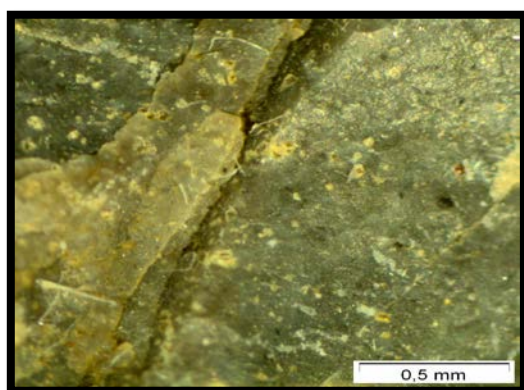
El tramo medio está caracterizado por la acumulación de macroforaminíferos y nódulos de sílex. Dentro de dicho tramo destacan un primer nivel con abundantes operculinas y assilinas, un intermedio *packstone – grainstone* de nummulites y assilinas, denominado nivel de Mataplana, y un nivel con una gran abundancia de nódulos de sílex. La edad de la Formación Sagnari, teniendo en cuenta el contenido paleontológico, ha sido definida como Ilerdiense.

En las proximidades del municipio de Ogassa (El Ripollès, Girona), viniendo desde Sant Joan de les Abadesses, se ha identificado un afloramiento de este tipo de sílex, que aflora encajado en las mencionadas margas grises. Se trata de nódulos de dimensiones reducidas altamente tectonizados, por lo que la explotación de los mismos, al menos en lo que a este afloramiento se refiere, es nula (fig. 62).



**Fig. 62** – Sílex de la Formación Sagnari en posición primaria en el depósito de Ogassa.

A la lupa binocular, los sílex de la Formación Sagnari poseen un grano grueso y una superficie rugosa, siendo la aptitud a la talla baja. La textura está constituida por abundantes inclusiones de óxidos metálicos, posible materia orgánica y relictos carbonatados. Se observan fantasmas de componentes esqueléticos bioclásticos, cuya identificación no es posible debido al pésimo estado de conservación de los mismos y a la alta tectonización de las muestras (fig. 63).



**Figs. 63 y 64** –Textura general a la lupa binocular (izq.) y sección de nummulites observada al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.).

A nivel microscópico, un mosaico de microcriptocuarzo constituye la textura principal, pero también se observan microfósiles silíceos (espículas de esponja). Los componentes



carbonatados son muy abundantes, siendo en todo caso previos a la silicificación, y tratándose fundamentalmente de micrita y elementos bioclásticos -secciones de nummulites y assilina- (fig. 64).

#### 4.4.5 El sílex de la Formación Puy de Cinca (¿?, Paleógeno)

En la publicación de Menéndez *et al.* (2009) sobre el nivel G de las Fuentes de San Cristóbal, se hacía referencia a la formación Puy de Cinca, que contiene niveles con sílex (Garrido 1973, en Menéndez *et al.* 2009: 100). Esta formación, de transición marino-continental, fue erosionada y cubierta por un paquete de conglomerados en el área de Capella (La Ribagorza, Huesca). La presencia de fósiles de nummulites en las calizas encajantes indica un origen marino, según García-Antón *et al.* (Menéndez *et al.* 2009: 101). El sílex aparece entre los niveles de calizas y margas de esta formación en dos estratos.

En una de las prospecciones de campo realizadas (octubre de 2012) localizamos un afloramiento primario y subprimario (éste último se trata de un derrubio de vertiente) con sílex de morfología nodular y tamaño variado que oscila entre los 5 y 35 cm en el lugar conocido como Barranco de La Canal, en el término municipal de Capella (fig. 65). Asimismo, en el camino que lleva al afloramiento pudimos documentar y muestrear abundantes fragmentos de sílex en posición secundaria.

En general, los nódulos presentan un córtex grueso (de 2 a 6 mm) carbonatado y más rodado para aquellas muestras recuperadas en los puntos más bajos del derrubio de vertiente. El contacto del córtex con la masa silíceo es algo difuso.

La caracterización macroscópica de las muestras ha permitido localizar dos tipos de silicificaciones con características propias de dos ambientes sedimentarios diferenciados. Así, aquellas muestras recuperadas del depósito secundario situado al pie del camino que conducía al Barranco de La Canal únicamente presentaban inclusiones de óxidos metálicos y pseudomorfo lenticulares de yeso, sin presencia de bioclastos, evidenciando una facies sedimentaria de tipo continental lacustre evaporítico.

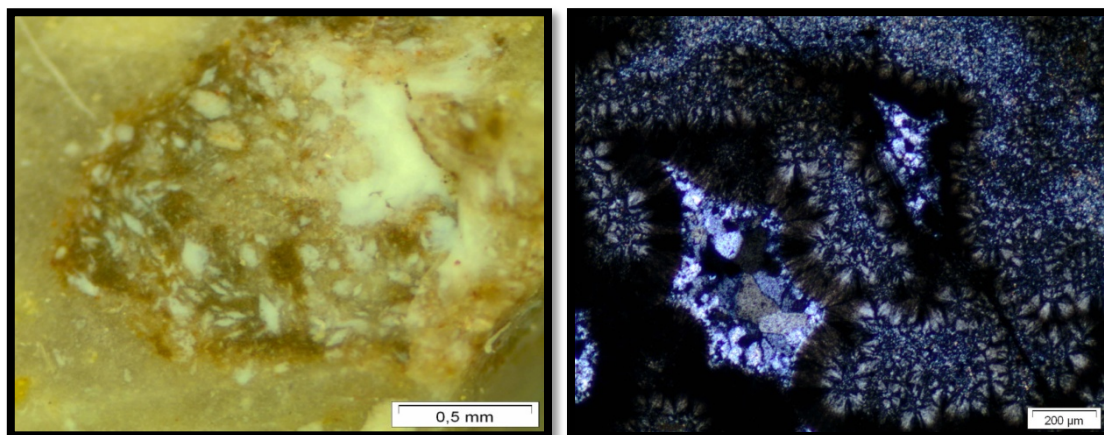


**Fig. 65** – Detalle de un nódulo de sílex del depósito de Barranco de La Canal.

Sin embargo, las muestras procedentes del depósito primario y subprimario presentan una coloración variable en la que predominan las tonalidades marrones, con abundantes inclusiones, principalmente óxidos metálicos, relictos carbonatados y abundantes pseudomorfos lenticulares de yeso (fig. 66). Se observan secciones de bioclastos, posibles foraminíferos cuya determinación precisa no es posible.

Las alteraciones principales para ambas silicificaciones son las fisuras y la pátina blanca, ésta última causada por la exposición al aire libre, siendo más frecuente en las muestras recuperadas al pie del derrubio de vertiente.

Las láminas delgadas elaboradas de las muestras recuperadas en el depósito primario denotan la presencia de un mosaico de microcriptocuarzo como textura predominante. También se observan otros componentes silíceos, como esferulitos de calcedonia de elongación negativa y ópalo, ambos en porcentajes reducidos (3%) (fig. 67). Los componentes carbonatados son abundantes y destaca la presencia de micrita y de elementos bioclásticos (entre los que se distingue una sección de ostrácodo). De igual manera hemos detectado óxidos metálicos y pseudomorfos lenticulares de yeso, en los que éste ha sido remplazado por sílice, conservando la forma lenticular debido al desarrollo de un proceso de micritización.



**Figs. 66 y 67** – Lentículas de yeso observadas a la lupa binocular (izq.) y textura con microcuarzo, megacuarzo y ópalo vista al microscopio petrográfico con nicoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.6 El sílex de la Formación Tresp (1) (Maastrichtiense, Cretácico superior) – facies evaporítica

En la hoja a escala 1:50.000 de la serie Magna publicadas por el Instituto Geográfico y Minero de España correspondientes al área de Os de Balaguer (IGME 2006) se menciona la presencia de sílex en los niveles de calizas y calcarenitas lacustres del Cretácico superior y del Paleoceno (facies Garumna). Para la elaboración de su tesis doctoral, Mangado prospectó dicha formación en las proximidades de la Cova del Parco, documentando diversos afloramientos con sílex en posición primaria y secundaria en las proximidades de Peralba, Fontllonga, el pueblo abandonado de Blancafort, junto al pantano de Canellas y la vertiente sur del Domo de San Mamet (La Noguera, Lleida).

En una de las prospecciones de campo realizadas (enero de 2012) a la Sierra de la Carrodilla, gracias a la amabilidad de dos conocedores de la zona, los Sres. Mariano Badía y José Francisco Lisa, documentamos un depósito primario de sílex en las calizas del Garumniense en las proximidades de Alins del Monte (La Litera, Huesca) (fig. 68). Junto al depósito de sílex aparecía gran cantidad de restos de lascado, lo que interpretamos como evidencias de la existencia de un taller en superficie. Por los Sres. Badía y Lisa supimos que los vecinos de Alins se aprovisionaron de este sílex para la confección de los trillos hasta fines del siglo XX, por lo que algunas de las lascas podrían estar en relación con dicha explotación.



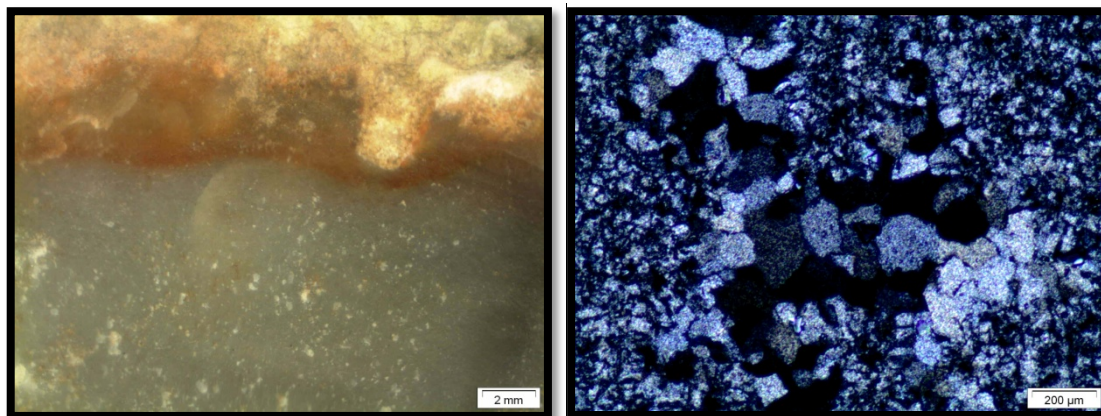
Fig. 68 – Detalle de un nódulo de sílex recuperado en el depósito de Alins del Monte.

Los nódulos de sílex vinculados a la Formación Tremp presentan morfologías irregulares de dimensiones medias de entre 15 y 20 cm, pudiendo alcanzar en casos puntuales los 40 cm. El contacto del córtex con la masa silíceo es algo difuso, siendo el espesor del córtex generalmente grueso. El grano oscila entre fino y grueso en función del nódulo, y las superficies presentan algunas irregularidades, debido principalmente a la existencia de fisuras. La aptitud a la talla, por tanto, depende de la muestra, siendo generalmente media, pero pudiendo encontrar nódulos de gran calidad.

La observación macroscópica a la lupa binocular de las diferentes muestras ha permitido observar la existencia de una textura heterogénea con inclusiones de óxidos metálicos y pseudomorfo lenticulares de yeso. La coloración es versicolor, aunque predominan las tonalidades claras (fig. 69). Las alteraciones más destacadas, como ya se ha apuntado, son las fisuras de tipo tectónico, rellenadas por megacuarzo, y la pátina blanca, en ocasiones profunda. En ningún caso se documentan componentes bioclásticos.

Al microscopio petrográfico se observa un mosaico de microcriptocuarzo como textura predominante. Las porosidades originales han sido rellenadas por una primera generación de cemento de calcedonia de elongación positiva de morfología esferulítica y botroidal y una segunda generación de cristales euhedrales y subeuhedrales de megacuarzo, dispuestos en mosaico y con extinción fibrosa ondulante (fig. 70). Mientras que en las muestras recuperadas en las proximidades de la Cova del Parco

únicamente se ha documentado la presencia de calcedonia de elongación positiva, en el caso de las recuperadas en el depósito de Alins del Monte se observa calcedonia de ambos tipos de elongación, factor indicativo de la existencia de un cambio de sedimentación en la cuenca.



**Figs. 69 y 70** – Aspecto macroscópico de un sílex de la Formación Tresp (1) (izq.) y cristales de megacuvarzo observados al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.7 El sílex de la Formación Tresp (2) (Maastrichtiense, Cretácico superior) – facies lacustre

En la hoja 326 (Monzón) a escala 1:50.000 disponible en la cartografía digital del IGME, se menciona la presencia de nódulos de sílex en las calizas micríticas con carofitas y sílex del Maastrichtiense. Esta formación está constituida por una sucesión de calizas micríticas bien estratificadas con carofitas y moldes de gasterópodos rellenos de esparita. La mitad inferior contiene niveles con nódulos de sílex y numerosos paquetes con textura porosa y pulvurulenta de alteración. Por comparación con la serie próxima de Castillonroi se ha adscrito al Rognaciense (Maastrichtiense superior).

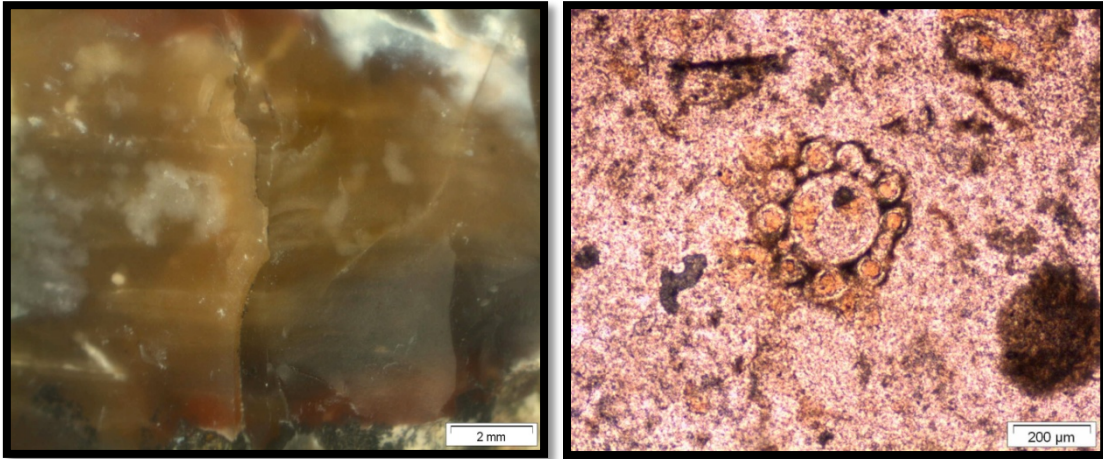
Hasta el momento hemos localizado tres afloramientos de sílex pertenecientes a la facies lacustre de la Formación Tresp en la Sierra de la Carrodilla y la Sierra del Montsec. El sílex, de morfología nodular, aflora encajado en unas calizas grises con carofitas, presentando un contacto neto con el córtex (fig. 71). De coloración oscura, la observación a la lupa binocular permite documentar abundantes inclusiones de óxidos metálicos, relictos carbonatados y posible materia orgánica, ésta en proporciones reducidas. Las secciones transversales y longitudinales de algas carofitas son muy abundantes, y en menor medida se observan gasterópodos y algunos ostrácodos. La

aptitud a la talla de los nódulos oscila en función del porcentaje de fisuras, pues en algunos casos aparecen altamente tectonizados, siendo muy difícil su extracción del córtex. Sin embargo, en otras ocasiones el sílex se desprende con facilidad de la caliza encajante y presenta superficies lisas que permiten una alta aptitud a la talla (fig. 72).



**Fig. 71** – Nódulo de sílex de la Formación Tremp (2) en posición primaria en el depósito de Zurita.

Al microscopio petrográfico se identifica un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal. En algunas láminas se distinguen cementaciones de cristales de megacuarzo subeuhedrales dispuestos en mosaico y fibras de calcedonia de elongación negativa y morfología esferulítica y botroidal. Los carbonatos, con porcentajes que oscilan entre el 12 y 15%, están constituidos por micrita y por componentes esqueléticos –secciones de algas carofitas- (fig. 73). Los óxidos de hierro, en forma de gránulos de hematites y distribuidos en toda la lámina, son frecuentes (porcentajes del 5%) y de manera testimonial se observan gránulos subangulosos de cuarzo detrítico.



**Figs. 72 y 73** – Aspecto macroscópico de un sílex de la Formación Tremp (2) (izq.) y sección de alga carofita observada al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.).

#### 4.4.8 El sílex de la Secuencia de Vallcarga (Campaniense-Maastrichtiense, Cretácico superior)

En la Hoja de la serie MAGNA del IGME correspondiente a la zona de Berga y publicada en 1994, se menciona la existencia de nódulos de sílex en la secuencia de Vallcarga, concretamente en la columna realizada en La Nou de Berguedà (El Berguedà, Barcelona). Se trata de una formación de calizas bioclásticas, calizas detríticas y calizas margosas del Campaniense – Maastrichtiense, que en la mencionada columna presentan algunos nódulos de sílex (IGME 1994f). Estas calizas contienen restos de lamelibranquios, gasterópodos, equinodermos y rudistas junto con algunos macroforaminíferos.

En la carretera que desde Cercs va al pueblo de La Nou de Berguedà afloran las mencionadas calizas bioclásticas que en este punto contienen nódulos de sílex. Éstos, de morfología nodular, aparecen encajados y algo tectonizados, por lo que la explotabilidad en este punto es entre media y baja (fig. 74). El córtex presenta un contacto difuso con la masa silíceo.

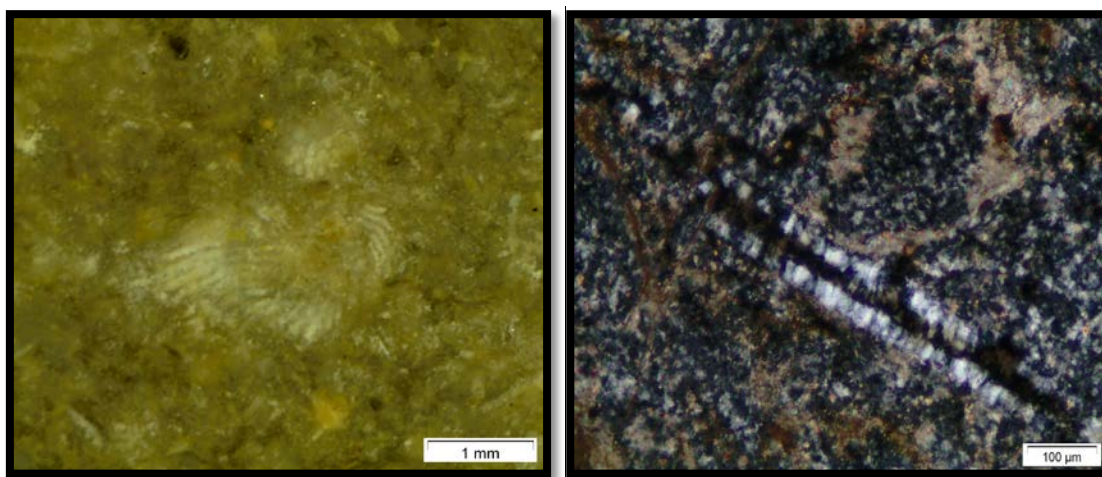


Fig. 74 – Sílex de la Secuencia de Vallcarga en posición primaria en el depósito de La Nou.

A la lupa binocular los sílex poseen un grano entre fino y grueso y una superficie algo rugosa, siendo la aptitud a la talla entre media y baja. Son abundantes las inclusiones de óxidos metálicos, gránulos de cuarzo detrítico y relictos carbonatados. Se identifican fantasmas de bioclastos, entre los que aparecen lo que hemos clasificado como posibles textuláridos (fig. 75) y foraminíferos de la familia de los orbitoíddidos. Son abundantes las fisuras, de origen tectónico.

Al microscopio petrográfico estos sílex se caracterizan por poseer un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal. También se ha documentado en porcentajes reducidos sílice fibrosa de elongación negativa en el relleno de porosidades intraparticulares. Los componentes carbonatados (micrita, componentes esqueléticos - algunos en proceso de silicificación- y romboedros de calcita o dolomita en proceso de disolución) son muy abundantes, alcanzando porcentajes del 30%. Entre los componentes esqueléticos identificados se han determinado foraminíferos de la familia de los orbitoíddidos (fig. 76). Los óxidos metálicos aparecen de manera testimonial y también se documentan porosidades intraparticulares y de fractura.





**Figs. 75 y 76** – Posible texturizado a la lupa binocular (izq.) y sección de orbitoídido vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.9 El sílex de la Formación Bona (Campaniense-Maastrichtiense, Cretácico superior)

La Formación Bona, poco referenciada en la cartografía geológica, presenta unos niveles de calizas bioclásticas, calcarenitas, areniscas y bioconstrucciones con nódulos de sílex. Está datada del Campaniense – Maastrichtiense, y son pocas las menciones a la existencia de sílex en la bibliografía geológica (Mey *et al.* 1968). Estas calizas constituyen las series de plataforma del Senoniense superior y reflejan la extensión máxima de los mares cretácicos a ambos lados del surco del flysch pirenaico. Dichas calizas bioclásticas presentan una distribución muy extensa y afloran en la parte septentrional de la cuenca drenada por el río Llobregat y las Sierras de Ensija y Rasos de Peguera (Mangado *et al.* 2009: 217).

En los laboratorios de la Institució Milà y Fontanals del CSIC consultamos algunas de las muestras recuperadas<sup>3</sup> en el afloramiento del Congost dels Esplovins, en el término municipal de Coll de Nargó (Alt Urgell, Lleida). Posteriormente fuimos a prospectar dicha formación para conocer cómo afloraba esta silicificación. El sílex, de morfología nodular irregular de tamaño reducido (5-10 cm), se halla altamente encajado en las mencionadas calizas, por lo que la explotabilidad para las muestras de este afloramiento es escasa (fig. 77). El córtex, de tipo arenoso, presenta un contacto difuso con la masa silíceo.

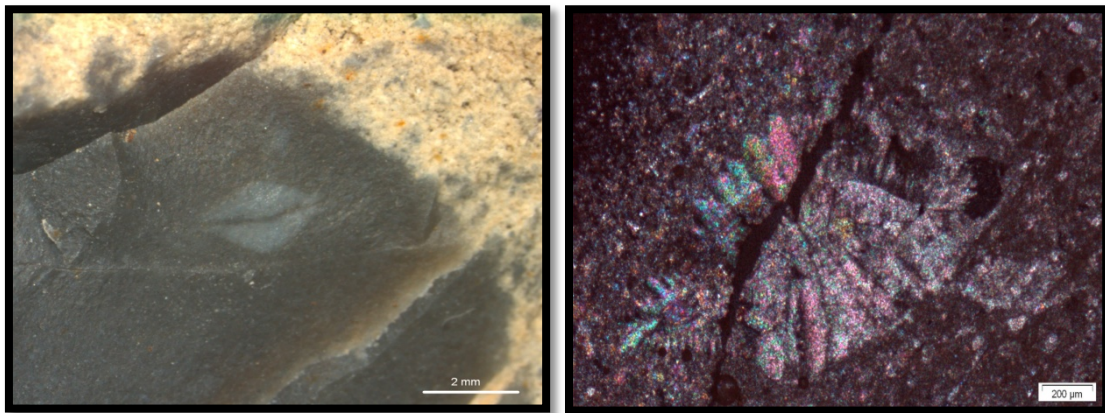
<sup>3</sup> Consulta de muestras de mano para la caracterización macroscópica y de las láminas 3407, 3399, 3096 y 3071 para la caracterización microscópica. Observación con lupa binocular Leica M80 (de 0.75 a 6x) y cámara acoplada Leica IC30 con luz Leica CLS 150x y microscopio petrográfico Leica DM2500 P con cámara acoplada Leica DFC420.



**Fig. 77** – Sílex de la Formación Bona en posición primaria en el depósito de Esplovins.

A escala macroscópica, los nódulos poseen un grano fino con una superficie lisa pero con abundantes fisuras, debido a la gran dureza de la roca encajante. Aparecen granos de cuarzo detrítico, óxidos metálicos y micas, y los relictos carbonatados son abundantes. Se observa un rico contenido micropaleontológico, formado por secciones de macroforaminíferos –se identifican, entre otros, secciones de orbitoides, lepidorbitoides y de ostrácodos (fig. 78).

Al microscopio petrográfico observamos un mosaico de microcriptocuarzo como textura predominante y no se identifican texturas fibrosas. Se distinguen secciones de microfósiles silíceos (espículas de esponja) y los componentes carbonatados son abundantes (se observan secciones de orbitoides y lepidorbitoides) (fig. 79).



**Figs. 78 y 79** – Secciones de orbitoides observadas con lupa binocular (izq.) y microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.10 El sílex de la Formación Agua-Salenz y la Formación Pardina (Coniaciense, Cretácico superior)

En el Atlas Geològic de Catalunya (2010) se hace mención a la existencia de unas calizas con pitonelas, espículas de esponja y sílex pertenecientes a la Formación Agua-Salenz que afloran en la cuenca de Sopeira. Caus *et al.* (1993, 1997) la definieron como Formación Pardina y señalaron la presencia de calizas con calciesferas y nódulos negros de *chert* ricos en componentes esqueléticos orgánicos.

En la hoja de Pont de Suert (213) a escala 1:50.000 de la Serie Magna del IGME (2009) se definen dichas calizas. La litofacies característica es de *packstones* de grano fino a medio con estratificación decimétrica y planos discontinuos separados por finos interbancos arcillosos. Los componentes son espículas, calciesferas, textuláridos, ataxofragmínidos, rotálidos, pequeños plantónicos, pellets, cuarzo fino y como macrofauna equínidos, braquiópodos y briozoos (IGME, 2009: 28). Se menciona que los nódulos de sílex son muy abundantes y se concentran en niveles en la esquina noroccidental de la Hoja, que corresponde a los niveles situados al sur del macizo del Turbón. Dicha formación ha sido interpretada como facies de talud y cuenca.

En una de las campañas de prospección llevadas a cabo (octubre de 2012) prospectamos el valle del Lierp, al sur del Turbón, localizando un afloramiento de sílex en posición primaria y subprimaria en el término municipal de Padarniu (La Ribagorza, Huesca) (fig. 80). Los nódulos de sílex, muy abundantes, presentaban dimensiones comprendidas entre los 5 y 35 cm. El córtex mostraba un rodamiento escaso y el contacto con la masa silíceo era neto.

En los laboratorios de la Institució Milà y Fontanals, del CSIC, pudimos consultar muestras recuperadas en el afloramiento del Barranc de Mançanes, en la cuenca de Sopeira. Estas muestras se adscribían a la Formación Pardina, que sería equivalente a la Formación Agua-Salenz (Caus *et al.* 1993).

El análisis macroscópico y microscópico evidencia similares características para las muestras procedentes de ambas formaciones, que como ya se ha mencionado, serían equivalentes. De morfología nodular irregular y dimensiones irregulares (de 5 a 25 cm), los nódulos poseen coloración oscura, grano fino y superficie lisa, siendo la aptitud a la

talla generalmente alta. El córtex es fino (1-2 mm), escasamente rodado y con un contacto con la masa sílicea más bien difuso.



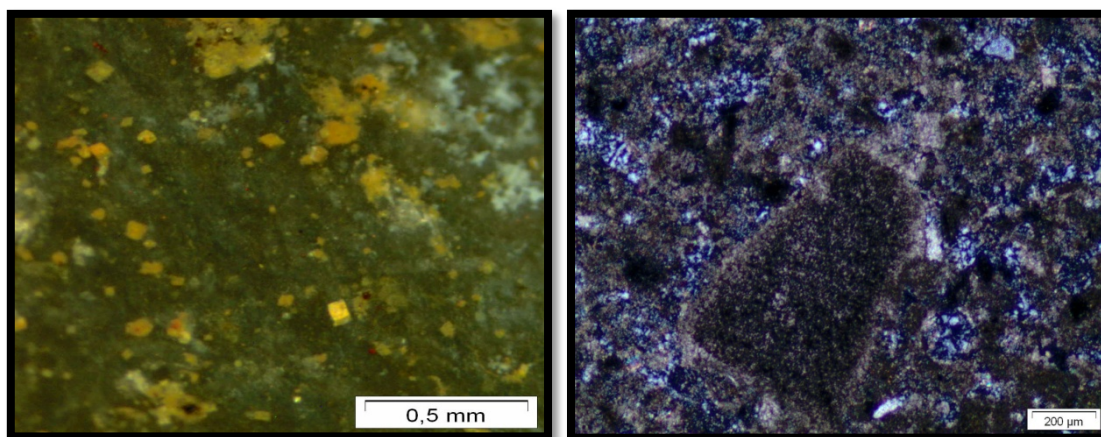
Fig. 80 – Nódulo de sílex en posición subprimaria recuperado en el afloramiento de Padarniu.

La textura macroscópica presenta abundantes inclusiones de cristales romboédricos de calcita o dolomita -en algunos casos vacíos- (fig. 81), relictos de posible materia orgánica, cristales de cuarzo detrítico, óxidos metálicos y relictos carbonatados. Se reconocen abundantes espículas de esponja monoaxonas y triaxonas (secciones transversales y longitudinales), placas de equinodermo (fig. 82) y otros bioclastos de origen carbonatado indeterminados (posiblemente se trate de secciones de foraminíferos).

Las alteraciones más frecuentes son las fisuras, de origen tectónico, debido a la gran dureza de la roca encajante. Asimismo se observan porosidades en el córtex y en la masa sílicea fruto de procesos erosivos, y de manera puntual algunos nódulos aparecen patinados probablemente debido a una larga exposición al aire libre.

A nivel macroscópico las muestras de sílex recuperadas en el afloramiento del valle del Llierp, donde también documentamos lascas y restos de decortinado posiblemente relacionados con la existencia de un taller en superficie, presentan *a priori* una mejor aptitud a la talla, pues aparecen menos tectonizadas. Además, el hallazgo junto al depósito primario de un afloramiento subprimario en el que los nódulos han sido desprovistos de parte de la roca encajante, facilitaría las tareas de explotación.

El estudio microscópico de las láminas delgadas<sup>4</sup> muestra un mosaico de microcriptocuarzo como textura predominante. Son muy frecuentes las secciones de microfósiles silíceos y no se documentan otras texturas del cuarzo. Los elementos carbonatados, previos a la silicificación, son abundantes y se distribuyen en toda la lámina. Principalmente observamos micrita y algunos cristales de calcita o dolomita en proceso de reemplazamiento por sílice microcristalina, junto con componentes esqueléticos en proceso de silicificación (posibles secciones de foraminíferos). Los cristales romboédricos de calcita o dolomita son muy abundantes, presentando en algunos casos caras bien definidas. En proporciones muy reducidas (en torno al 1-2%) se observan óxidos metálicos de morfología granular, y en similares cantidades aparecen distribuidos por toda la lámina gránulos subangulosos de cuarzo detrítico.



**Figs. 81 y 82** – Vista macroscópica de cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y placa de equinodermo observada al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.).

#### 4.4.11 El sílex de la Formación Prada (Barremiense Final – Aptiense basal, Cretácico inferior)

En un estudio realizado por Cabrera sobre los biomarcadores de cuencas reductoras (Cabrera 1991), en la descripción de la Cuenca de Organyà se define el límite inferior de la secuencia sedimentaria de Prada II. Posteriormente García-Senz, en su tesis doctoral sobre las cuencas extensivas del Cretácico inferior en los Pirineos centrales

<sup>4</sup> Además de elaborar láminas delgadas de las muestras recuperadas en el Valle del Llierp, consultamos las láminas 3084, 3103 y 3112 en los laboratorios de la Institució Milà y Fontanals del CSIC, correspondientes al afloramiento de Barranc de Mançanes (Cuenca de Sopeira). Observación con microscopio petrográfico modelo Leica DM2500 P con cámara acoplada Leica DFC420.

(García-Senz 2002) definía la secuencia de la Formación Prada en la sección del Congost de Tres Ponts, al norte de Organyà (Alt Urgell, Lleida). En la unidad C de la Formación de calizas de Prada, de un espesor de 316 m, es de nuestro especial interés la unidad C-2, pues ésta se inicia por un paquete masivo de dolomías de grano grueso seguido de tres ciclos grano y estratocrecientes. El ciclo inferior comienza por *packstones* oscuros con fragmentos de rudistas y nódulos de sílex, que pasan hacia el techo a *grainstones* parcialmente dolomitizados con abundantes fragmentos de rudistas (García-Senz 2002: 47). Por el contenido micropaleontológico que presenta, la secuencia sedimentaria de Prada II ha sido datada como perteneciente al Barremiense terminal o Aptiense basal (Cabrera 1991: 198).

En diversas salidas de campo prospectamos la formación Prada a su paso por el Congost de Tres Ponts, al norte de Organyà, siguiendo las referencias del Dr. García Senz que indicaban la base y el techo de la formación. Sin embargo, únicamente hallamos dolomías pero en ningún caso localizamos los nódulos de sílex que el Dr. García-Senz menciona en su tesis doctoral.

#### **4.5 Conclusiones**

A lo largo de este capítulo hemos presentado el resultado de largas jornadas de prospección sobre la mesa y el terreno. Como ya se ha hecho mención en alguna otra ocasión, la localización de afloramientos de sílex no es tarea sencilla, pues a menudo la cartografía geológica no informa de su existencia o lo hace con escasas precisiones. Además, nos hemos encontrado con el problema añadido de que no todas las hojas de la serie Magna del IGME correspondientes al área de estudio estaban publicadas. Por ese motivo el contacto con personas conocedoras del entorno, junto con las breves menciones al sílex de la bibliografía general, han ayudado a suplir los vacíos, permitiendo que podamos presentar aquí estos resultados.

Tras el análisis al detalle de la cartografía y reiteradas salidas al campo, hemos conseguido documentar un total de diez formaciones geológicas con sílex situadas en el área de estudio previamente seleccionada (fig. 83). Hemos caracterizado las muestras recogidas en la doble escala de observación macroscópica y microscópica (fig. 84). Cuatro de ellas (las pertenecientes a la Fm Agua-Salenz y su equivalente Fm Pardina,

Fm Sagnari, Fm Coronas y Fm Bona) afloran fundamentalmente en la Cordillera Pirenaica, quedando la Fm Agua-Salenz en el área más occidental y las otras tres en la franja más oriental de los Pirineos estudiados. Los afloramientos de sílex documentados pertenecientes a la Fm Puy de Cinca, Fm Tresp (1 y 2) y los sílex oligocenos de Tartareu-Alberola se localizan en el sector prepirenaico centro-oriental, y en el contacto de la Cordillera Prepirenaica con la Depresión Central afloran los sílex de la Formación Castelltallat.

Tras la caracterización de las muestras recuperadas en las tareas de prospección hemos observado que dos formaciones (Fm Puy de Cinca y Fm Tresp) contienen sílex originados en ambientes continentales evaporíticos, caracterizados principalmente por la presencia de pseudomorfos lenticulares de yeso y fibras de calcedonia de elongación positiva. Un total de tres formaciones (Fm Castelltallat, sílex de Tartareu-Alberola y sílex de la Fm Tresp) presentan sílex con las características propias de un ambiente de formación continental lacustre (secciones de tallos de algas carofitas) y son muy homogéneas entre sí, lo que de hallarse en el contexto arqueológico dificultaría la adscripción precisa. Las restantes formaciones contienen sílex marinos, muy variables entre sí, debido principalmente al contenido micropaleontológico que presentan.

No se trata éste de un capítulo cerrado, pues es tan sólo una primera aproximación a la caracterización del sílex que aflora en posición primaria en la región que previamente se delimitó. La presentación de uno o a lo sumo dos afloramientos de una misma formación geológica es un ejemplo. Sin ánimo a que sirva de excusa, debemos decir que nuestra atención no se ha centrado únicamente en el estudio y caracterización del sílex geológico, pues no era éste el objetivo de la presente tesis doctoral. Así, dejamos la puerta abierta para incorporar en los años venideros nuevos afloramientos o incluso nuevas formaciones que pudieran contener sílex susceptible de haber sido empleado por los grupos humanos de la Prehistoria.

Asimismo, como el lector habrá podido observar, únicamente se han caracterizado sílex recogidos en depósitos primarios y subprimarios, que pueden ser adscritos a su formación de origen. Podríamos pensar que los grupos de cazadores-recolectores utilizaron aquellas estrategias de captación de materias primas líticas que implicaban un menor esfuerzo físico. Esto se traduciría en un posible aprovisionamiento en depósitos secundarios, en los que el sílex resulta más accesible y, en ocasiones, de mayor aptitud a

la talla, pues únicamente habrían llegado a dichos afloramientos aquellos sílex más homogéneos.

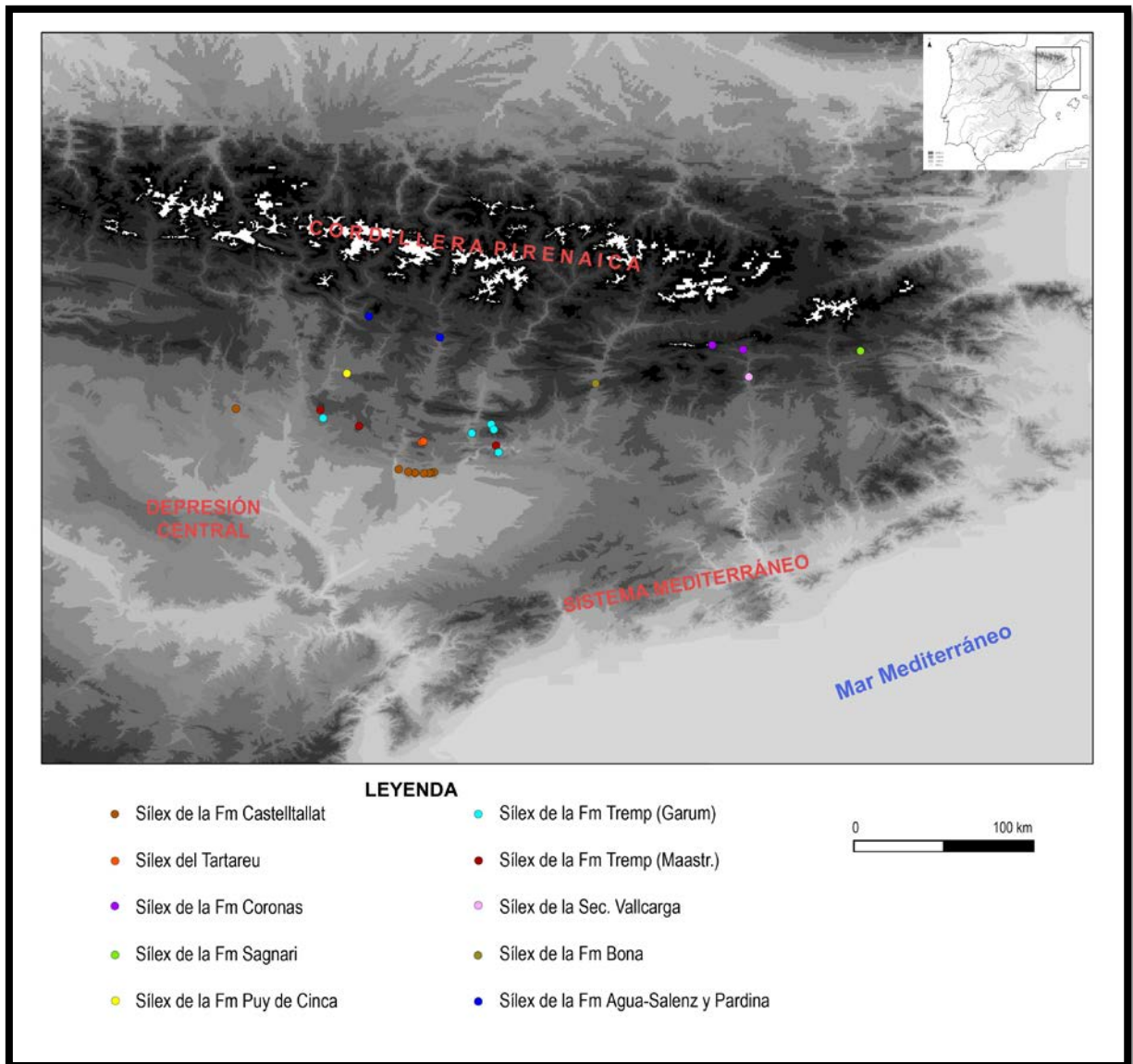
	Criptocuarzo	Calcadonia (el. -)	Calcadonia (el. +)	Ópalo	Megacuarzo	Oxidos metálicos	Reflejos micaíta	Cristales dolomita	Cuarzo detrítico	Lenticulas de yeso	Algas carofíceas	Gasterópodos	Ostrácodos	Espículas síliceas	Equinodermos	Milicoides	Orbitoides	Lepidobitoides	Nummulitoides	Otros foraminíferos	
	TEXTURAS				INCLUSIONES						CONTENIDO PALEONTOLOGICO										
Sílex Fm Castelltallat																					
Sílex Tartareu-Alberola																					
Sílex Fm Coronas																					
Sílex Fm Sagnari																					
Sílex Fm Puy de Cinca																					
Sílex Fm Tremp (1)																					
Sílex Fm Tremp (2)																					
Sílex Sec. Vallcarga																					
Sílex Fm Bona																					
Sílex Fm Agua-Salenz																					

Fig. 83 – Características básicas de los diferentes tipos de sílex analizados.

Por lo descrito anteriormente, el objetivo del presente estudio no es relacionar los sílex arqueológicos con puntos determinados de afloramiento de sílex, pues es un dato si no imposible, muy difícil de conocer. Por ello, nuestra voluntad es relacionar los sílex arqueológicos con una formación geológica determinada. Sin embargo, y a pesar de que posiblemente los afloramientos secundarios fueron altamente frecuentados, el hallazgo de talleres de sílex documentados durante las tareas de prospección va a aportarnos información muy valiosa, pues éstos son claros testimonios de la explotación de ese sílex por parte de los grupos humanos, sin poder precisar, *a priori*, en el momento



cronológico de explotación, algo que podría intentarse resolver mediante el estudio al detalle de dichos talleres.



**Fig. 84** – Situación de los principales depósitos con sílex localizados en el área de estudio.

Así pues, la caracterización de material geológico que en este capítulo se presenta va a ser la referencia con la que comparar los resultados del estudio del sílex arqueológico (fig. 85). No obstante, y de existir entre el sílex arqueológico materiales exógenos no documentados en las formaciones que en este capítulo se han tratado, se reanudarán los trabajos de prospección bibliográfica y sobre el terreno para determinar el origen de los posibles sílex exógenos, tratados y descritos en los capítulos que correspondan a los yacimientos en los que se identifiquen.

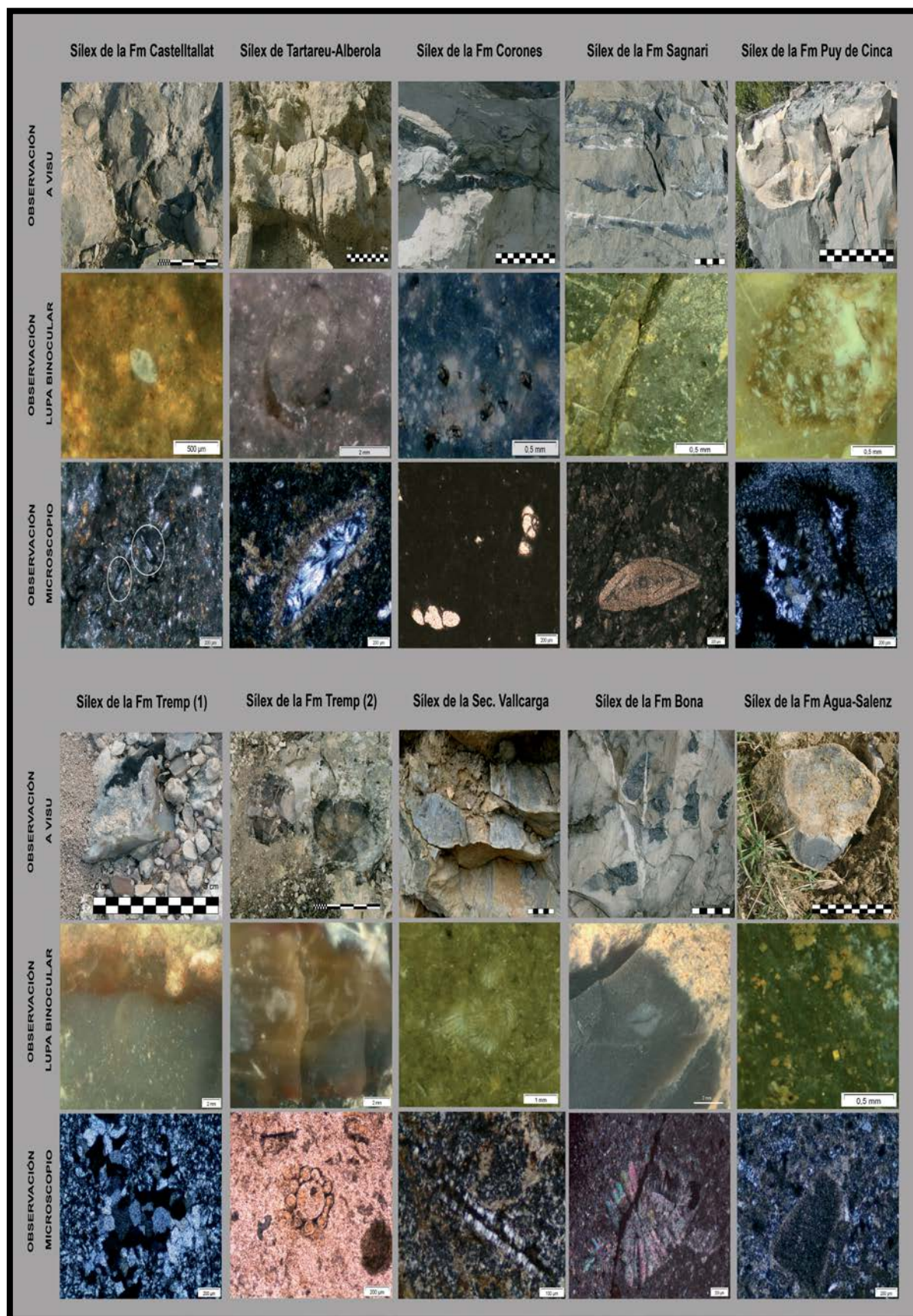


Fig. 85 – Características de los diferentes sílex analizados en las tres escalas básicas de observación.

## 5. LES MATIÈRES PREMIÈRES SILICEUSES DU VERSANT NORD DES PYRÉNÉES

### 5.1 Introduction

L'objectif de ce chapitre s'explique par le fait que nous considérons les Pyrénées comme une partie de l'espace géographique exploité par les chasseurs-cueilleurs qui ont occupé les sites archéologiques abordés dans cette thèse. La reconnaissance et l'exploitation des ressources lithiques par ces groupes humains transforment ces espaces géographiques en territoires, où des activités économiques et sociales ont été développées par des communautés paléolithiques. En concevant les Pyrénées comme un lieu de passage et non comme une barrière, nous considérons comme essentiel d'analyser toutes les formations qui, situées des deux côtés des Pyrénées, possèdent des accidents siliceux qui pourraient avoir été exploités par des groupes magdaléniens, dont nous aborderons l'analyse plus tard.

Ainsi, suite à l'étude des ressources siliceuses du versant sud des Pyrénées centre-orientales et d'une partie du bassin de l'Èbre exposée dans le chapitre précédent, notre but est de caractériser les différents types de silex affleurant sur le versant nord des Pyrénées. Néanmoins, comme nous l'avons fait dans le chapitre précédent, nous prendrons en compte, autant la région des Pyrénées elle-même que les aires frontalières contenant aussi des silex intéressants du point de vue archéologique.

En appuyant notre étude sur les travaux réalisés par des chercheurs français dans les décennies précédentes, nous tenterons de synthétiser et d'unifier ces données en y intégrant nos propres recherches.

Une fois que nous aurons défini et délimité la zone d'étude, et présenté la méthodologie utilisée dans l'analyse des matériaux, nous aborderons la description des principales silicifications des zones retenues. Ensuite, nous traiterons en détail, l'importance des traceurs lithologiques et leur présence dans certains sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées centre-orientales. Finalement, nous caractériserons d'autres traceurs lithologiques, dits de « longues distances », qui ne se trouvent pas dans l'aire d'étude délimitée, mais qui apparaissent fréquemment dans le contexte archéologique de certains sites magdaléniens du versant nord pyrénéen.

En conclusion, le but est d'obtenir, par les analyses exposées dans ce chapitre, une connaissance approfondie des principales silicifications du versant nord pyrénéen, de leurs affleurements, leurs principales caractéristiques et de leur diffusion dans les sites archéologiques tout au long du Magdalénien. Ces données pourront ensuite être utilisées pour des études archéopétrologiques.

## 5.2 Délimitation de la zone d'étude

Afin de mieux structurer notre travail, nous avons divisé la zone d'étude en trois parties ou aires en profitant la délimitation géographique qui divise les Pyrénées (fig. 86) :

- Une première partie à l'Ouest, correspond aux Pyrénées occidentales de la Côte Basque jusqu'au Col de Somport, dans les départements des Pyrénées-Atlantiques et des Hautes-Pyrénées. Dans cette première aire, nous avons aussi intégré les départements des Landes et la partie occidentale du Gers, où affleurent des silicifications intéressantes en tant que traceurs lithologiques, même si leur présence n'est pas exclusivement pyrénéenne.
- Une deuxième partie est délimitée par l'aire comprenant les Pyrénées centrales, depuis le Col de Somport jusqu'au Col de la Perche, et regroupant les Hautes-Pyrénées, la Haute-Garonne et l'Ariège.
- Finalement, une troisième partie correspondra aux Pyrénées orientales. Elles s'étendent du Col de la Perche jusqu'à la Méditerranée, au Cap de Creus. De par l'importance des matières premières siliceuses affleurant au nord des Pyrénées orientales, nous avons pris en considération les formations allant des Corbières et du Minervois jusqu'aux Costières du Gard, et celles du sud de la Montagne Noire.

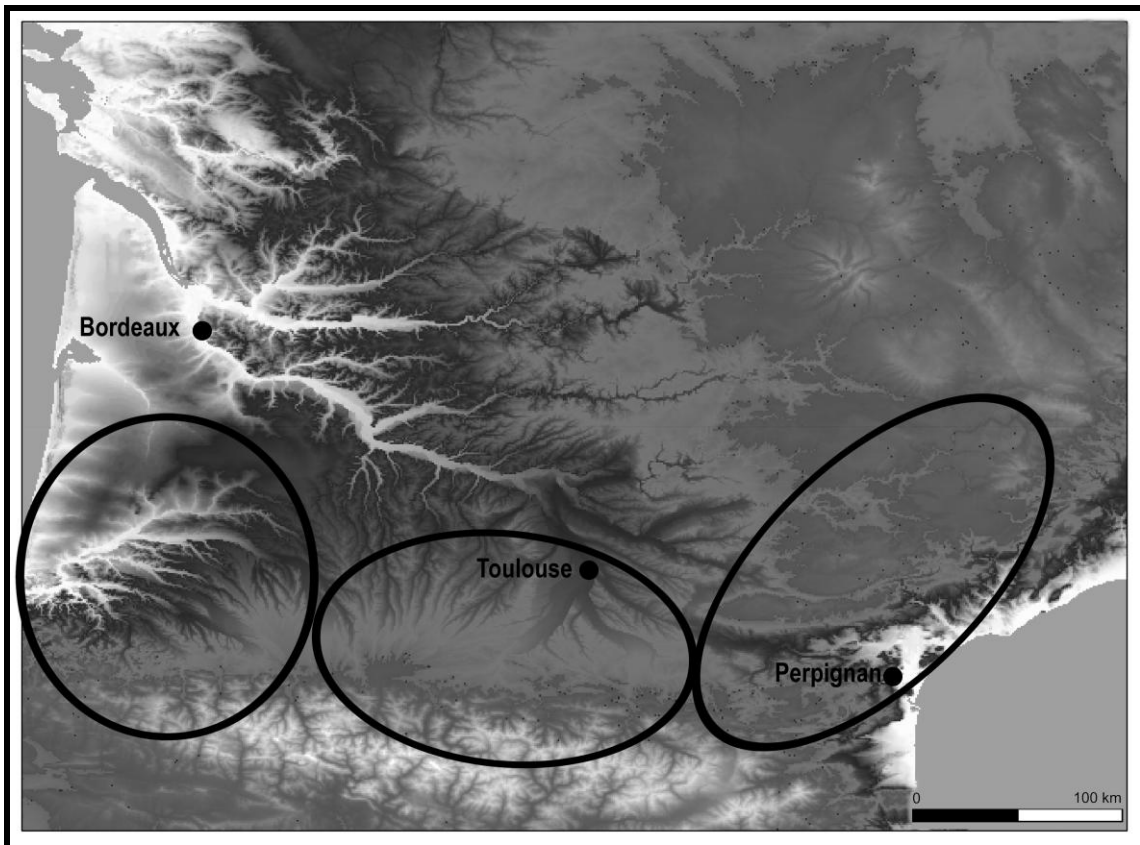


Fig. 86 – Carte de relief du sud de la France avec les trois zones d'étude : à gauche les Pyrénées occidentales, au centre les Pyrénées centrales et à droite les Pyrénées orientales.

### 5.3 Méthode d'analyse

En vue de pouvoir étudier les principales silicifications du versant nord des Pyrénées, nous avons réalisé un stage de recherche à l'Université Toulouse II-le Mirail, afin de consulter les fonds de la Lithothèque de Toulouse – Midi Pyrénées, située dans le laboratoire du groupe de recherche TRACES (Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés) (fig. 87). Grâce à une bourse de recherche financée par la *Generalitat de Catalunya – Comunitat de Treball dels Pirineus* (2012 CTP 00009) ce stage de recherche a été prolongé pendant quatre mois, du début du mois de septembre jusqu'à la fin décembre 2013.

Les premiers échantillons de la Lithothèque de Toulouse sont issus des travaux menés par L.R. Nougier et C. Barrière, mais c'est à partir de 1994 et en relation avec le Projet Collectif de Recherche, à l'initiative de P. Chalard « Lithothèque des Matières Premières Siliceuses en Région Midi-Pyrénées » que des nombreux échantillons ont été répertoriés et mise en ordre. Ainsi, les nombreux échantillons récoltés par R. Simonnet

pendant plus de vingt ans de travaux de prospection dans les Petites-Pyrénées et le Plantaurel, dans la zone centrale du piémont pyrénéen, ceux de F. Briois collectés au nord de Carcassonne et dans le Massif des Corbières, et ceux de C. Servelle sur le versant nord de la Montagne Noire ont été intégrés à la Lithothèque de Toulouse. De la même manière, ceux du Quercy (P. Chalard), des Pyrénées occidentales (S. Lacombe, C. Normand et F. Bon), du nord aveyronnais (M. Boboeuf), de l'interfluve Adour-Garonne dans le département du Gers (D. Millet) ou encore les silex du Flysch des Pyrénées centrales (J. Barragué) ont favorisé la création et le développement de la Lithothèque des matières premières siliceuses de Toulouse (Briand 2010).



Fig. 87 – Lithothèque de Toulouse – Midi-Pyrénées dans le laboratoire du TRACES.

Pour mieux connaître les silicifications sur le versant nord des Pyrénées, nous avons profité de notre stage à Toulouse pour analyser ces échantillons et pour aborder une recherche et une étude bibliographique des travaux de ces chercheurs. Ainsi, nous avons utilisé les descriptions préalables des différentes silicifications en y apportant les particularités que nous avons pu observer. Pour cela, nous sommes très reconnaissantes

envers tous les chercheurs qui ont contribué par leur recherche à rendre plus aisée notre étude sur les matières siliceuses du versant nord des Pyrénées<sup>18</sup>.

Nous avons abordé l'analyse des échantillons de silex de la Lithothèque par une première observation à œil nu, complétée par une caractérisation à la loupe binoculaire. Pour cela, nous avons utilisé une loupe binoculaire LEICA modèle MZ 95 et une source de lumière froide complémentaire, en fonction de l'échantillon, modèle Schott KL 1500 compact. Les photographies ont été réalisées avec une caméra accouplée ProgRes C3. De plus, nous avons fait des prospections sur les gîtes que nous avons considérés comme essentiels pour notre étude, en collectant des échantillons en vue d'analyses plus précises (lames minces, Diffraction de Rayons X et Fluorescence de Rayons X).

#### **5.4. Les formations avec silicifications**

Nous allons caractériser les trois aires d'étude et tenter de définir les principales caractéristiques de chaque type de silex.

##### **5.4.1 Les Pyrénées occidentales**

Dans cette section, nous avons délimité un espace géographique qui comprend les départements des Pyrénées-Atlantiques, des Landes, des Hautes-Pyrénées et du Gers. L'altitude de cette partie des Pyrénées n'est pas très élevée, car les montagnes culminent au pic d'Annie (2.504 m) et descendent vers l'Ouest. Dans ce domaine pyrénéen, affleurent des silicifications du flysch, très étendues qui présentent une large variabilité. Plus au nord, dans les Landes et le Gers, on retrouve des silicifications dans les séries du Crétacé, ainsi qu'à la base du Paléogène, tels que les silex de Chalosse (figs. 88 et 89).

---

<sup>18</sup> La base de ces descriptions a été extraite des travaux de J. Barragué *et al.* (2001), F. Bon *et al.* (1996), F. Briois (2005), D. Cologne *et al.* (2011), P. Foucher (2004), S. Grégoire *et al.* (2005, 2009), S. Lacombe (1998), C. Normand (2002), P. Fernandes (2012), M. Séronie-Vivien *et al.* (2006, 2012) et R. Simonnet (1999, 2002).

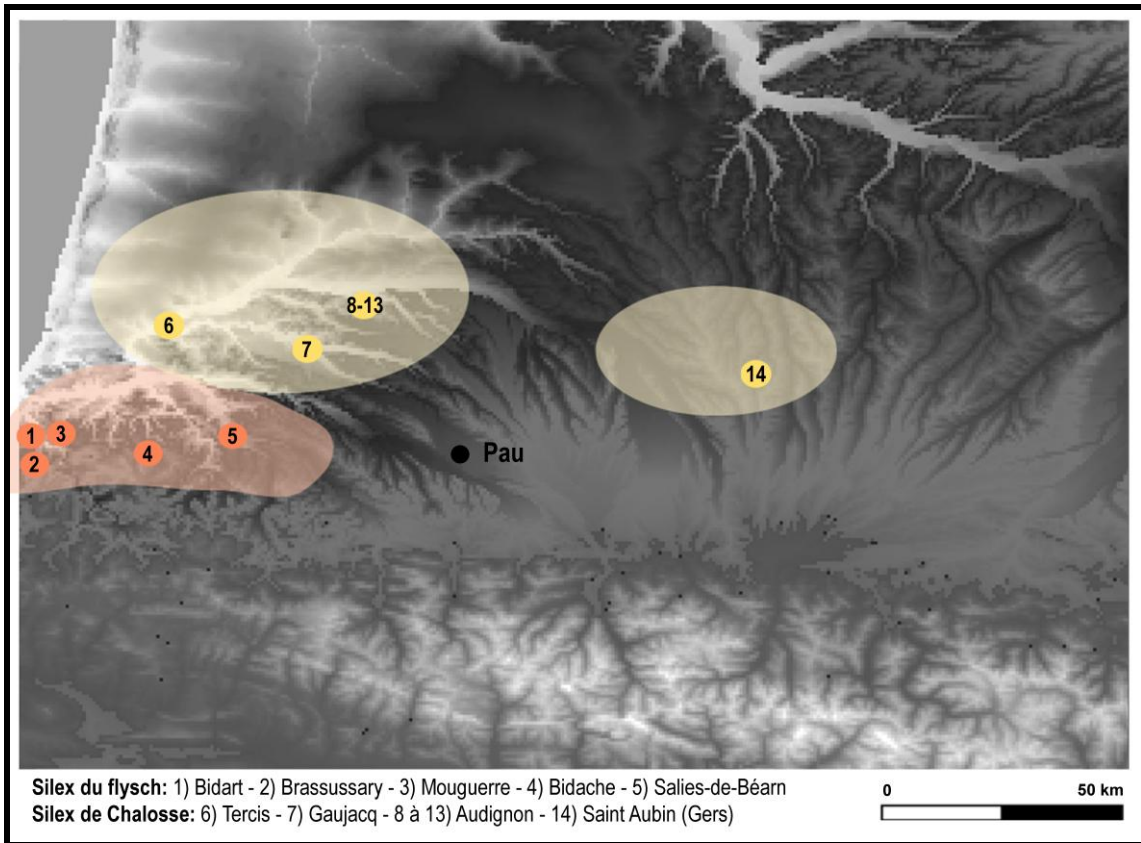


Fig. 88 – Carte du relief de la zone des Pyrénées orientales avec les deux types de silicifications étudiées et la localisation des gîtes avec des échantillons analysés par nous.

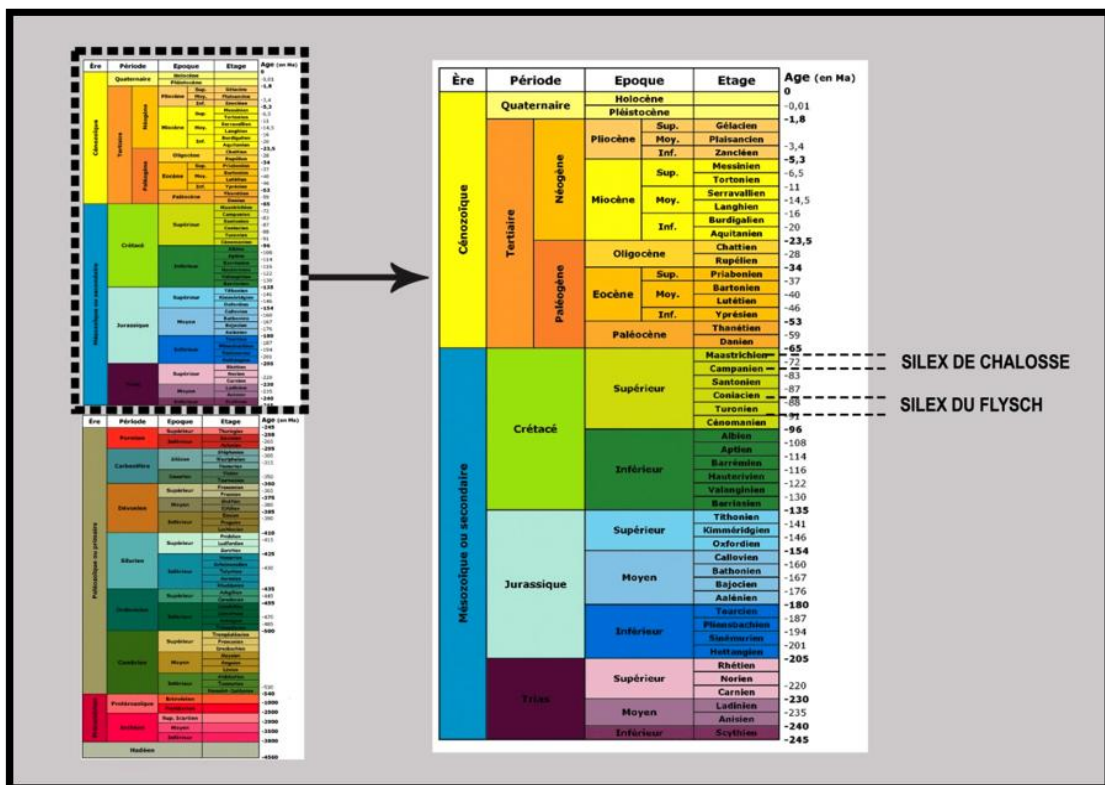


Fig. 89 – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les silex étudiés. Source : <http://lithotheque-svt.ac-rennes.fr/echelle/echelle.htm>. Modifié.



#### 5.4.1.1 Les silicifications du Flysch

Le Flysch créacé constitue une surface d'affleurement pratiquement continue depuis les Pyrénées occidentales, des falaises côtières de Bidart jusqu'au contact des Pyrénées centrales. Il s'agit de silicifications appartenant au Crétacé supérieur, notamment au Coniacien, mais elles sont aussi documentées au Cénomaniens et au Turonien. Nous en décrivons les principaux affleurements, ainsi que les différents types de silex.

Le flysch à silex des falaises côtières de Bidart est daté du Coniacien inférieur et se retrouve aussi à Bassussary, Elizaberry, Hasparren et Urt (Pyrénées-Atlantiques). Il est composé d'une alternance de calcaire dur gréseux à nodules et lits de silex et d'interbancs marneux parallèles à la stratification. Ce faciès est caractérisé par une séquence homogène composée d'une succession de dépôts turbiditiques (Fernandes 2012 : 177). Avec une texture de type *packstone* à *grainstone*, incomplètement silicifiée, ces silex contiennent des inclusions de quartz détritiques, des oxydes métalliques et de possible matière organique. La microfaune est composée des spicules et *Globotruncana*.

Plus à l'Est, on observe des silicifications du flysch dans les calcaires à silex du Coniacien à Bidache (Pyrénées-Atlantiques). Cette variété, distincte des silex du flysch voisin, se présente sous la forme de plaquettes centimétriques avec une structure finement litée (fig. 90). La texture est de type *grainstone* et contient des débris d'échinodermes, de spicules et d'autres fragments de tests indéterminables. Deux autres types de silex ont été identifiés dans cette formation (Normand 2002). Le premier se présente sous la forme de rognons décimétriques. C'est un silex gris et noir à matrice cryptocristalline avec un aspect bioturbé et microvacuolaire. L'autre variété, connue sous le nom de « silex d'Ibarbide », possède une structure homogène et une texture de type *wackestone*. Elle se présente le plus souvent sous forme de plaquettes centimétriques, mais on y observe aussi des nodules aplatis de taille plus importante (Fernandes 2012 : 179).



Fig. 90 – Fragments de silex récupérés au gîte de Bidache. Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

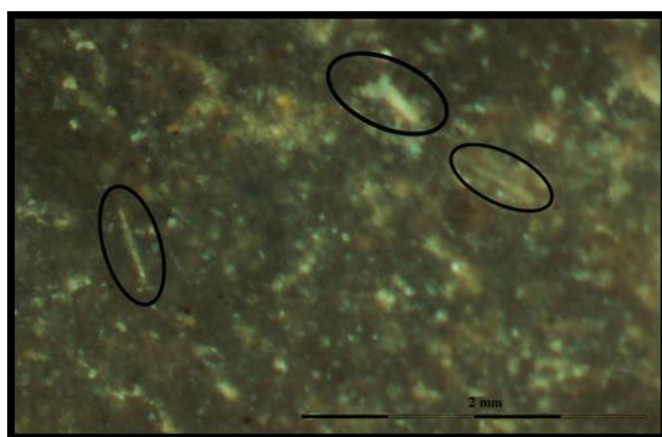
Au nord de Salies-de-Béarn (Pyrénées-Atlantiques), dans les secteurs de Trinité et de Lataste, on observe l'une des variétés de silex les plus riches. Les silex les plus anciens se trouvent dans l'Albien et, les plus récents au sein des calcaires intercalés dans la formation dolomitique cénomano-turonienne. Latéralement, on observe des marnes calcaires à silex, mais la formation qui contient les silex les plus connus des préhistoriens est proche des silex dits « calcaires de Bidache » (Fernandes 2012 : 179). Ces derniers, généralement sous forme de rognons, présentent une matrice siliceuse fine et homogène, avec des silicifications moins vacuolaires que leurs homologues de Bidache (Lacombe 1998 : 104-105). La coloration est variable, oscillant entre le gris plus ou moins foncé et le beige, et la microfaune comprend surtout des débris indéterminables (éléments planctoniques supposés) (Fernandes 2012 : 180).

Sur le flanc est du synclinal d'Irissary et jusqu'à Bonloc (Pyrénées-Atlantiques), on trouve des silex dans le flysch inférieur du Cénomaniens moyen et le flysch supérieur du Coniacien supérieur à Santonien. Cette succession de deux flysch à silex est fréquente dans ce secteur des Pyrénées. Ce sont des flyschs qui alternent avec des argiles, des silts et des grès en lits centimétriques. Les silex sont nombreux et présentent un aspect lité à spicules et débris (Fernandes 2012 : 180).

Plus à l'Est, aux alentours d'Oloron-Sainte-Marie, de Rébenacq, d'Escou et dans la Forêt de Labaig (Pyrénées-Atlantiques), on trouve des silex dans le flysch du Coniacien. Il s'agit d'un flysch à calcaires finement graveleux contenant des silex noirs proches des faciès déjà observés à Bidache. Ces silicifications de type *grainstone* contiennent une

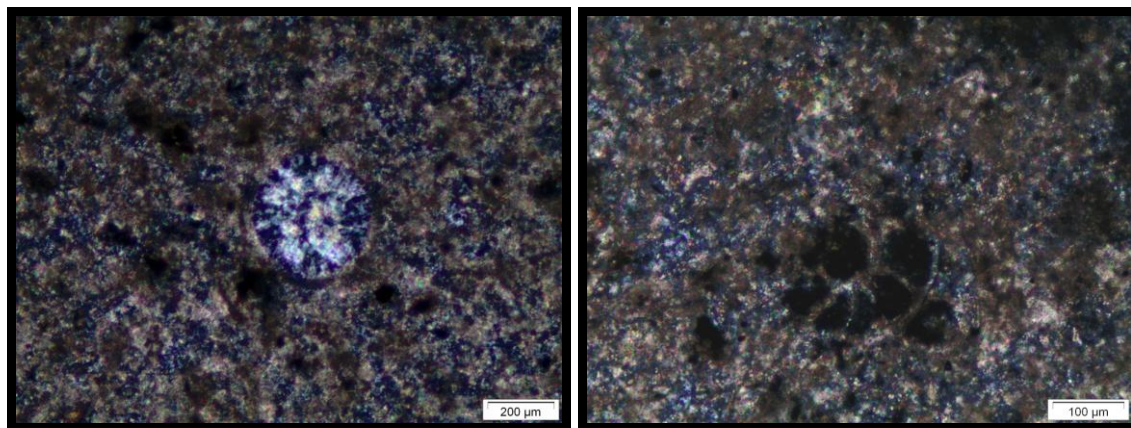
microfaune composée principalement des spicules et des débris non identifiés. Les calcaires englobant ces silex contiennent une microfaune composée de *Globotruncana* (Fernandes 2012 : 181).

Les silex du flysch, présents dans les différentes formations géologiques, montrent donc une distribution très vaste dans les Pyrénées occidentales mais aussi une forte variabilité entre gîtes. Cependant, même si les silex du flysch des Pyrénées occidentales présentent des caractères communs, on retrouve quelques particularités intragîtes concernant la couleur, la morphologie ou la texture. Ainsi, avec une coloration généralement foncée, la texture est souvent de type *packstone* à *grainstone*, avec des inclusions fréquentes de quartz détritique, oxydes métalliques et débris de matière organique. De plus, les spicules d'éponge sont presque toujours présents et souvent accompagnés de quelques débris de bioclastes (foraminifères planctoniques possibles) (fig. 91).



**Fig. 91** – Image des spicules d'éponge d'un silex récolté au gîte de Salies-de-Béarn à l'aide d'une loupe binoculaire. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au microscope pétrographique ils présentent aussi des caractères communs. Une mosaïque de microcriptoquartz reste la texture principale (76-88%). Dans quelques échantillons, des sphérulites de calcédoine d'élongation négative (3% au maximum) ont été identifiées. Les composants carbonatés sont constitués par de la micrite et des éléments bioclastiques en processus de micritisation (notamment des globotruncanidés) (fig. 92 et 93) (7-20%). Les oxydes métalliques ne sont pas très fréquents (1-3%) entre un 1 et un 2% de grains anguleux de quartz détritique.



**Figs. 92 et 93** – Image des globotruncanidés en processus de silicification d'un échantillon de Salies-de-Béarn à l'aide d'un microscope pétrographique avec de la lumière polarisée.

#### 5.4.1.2 Les silex de Chalosse

Cette appellation désigne l'autre grande catégorie de matériaux de l'ouest pyrénéen. Il s'agit d'affleurements de silex situés au nord d'Orthez, dans les Landes, en rive gauche de l'Adour. Dans ce contexte, depuis Audignon à l'Est et jusqu'à Tercis à l'Ouest, les silicifications sont associées à plusieurs structures géologiques de types anticlinales (Audignon, Saint-Lon-les-Mines et Tercis) ou diapiriques (Bastennes-Gaujacq et Bénesse) (Bon *et al.* 1996). Ce sont des gîtes groupés dans un espace géographique restreint et constituant un ensemble homogène (Lacombe 1998 : 98). Les séries dans lesquelles on trouve des silicifications concernent essentiellement le Crétacé.

Dans l'ensemble, on peut distinguer un fonds commun qui se présente généralement sous l'aspect de rognons irréguliers dont les dimensions oscillent entre 10 et 20 cm, même si quelques blocs de taille plus importante (jusqu'à 40 cm) ont été aussi observés. La matière siliceuse présente un grain fin homogène avec de nombreuses inclusions chailleuses. La couleur s'étire « depuis le blanc crème jusqu'au noir bleuté, en passant par toutes les nuances de gris-brun, gris-vert... » (Bon *et al.* 1996 : 36).

Quelques caractères particuliers contribuent par ailleurs à delimitier des variétés plus spécifiques à certaines zones. Ainsi, le contenu micropaléontologique fait apparaître une grande concentration de foraminifères de type *Lepidorbitoides* dans les gîtes de l'Est (Audignon), tandis qu'ils diminuent fortement à Bastennes-Gaujacq, jusqu'à disparaître progressivement vers la façade atlantique (Tercis). De la même manière, alors que les silex du diapir de Bastennes-Gaujacq présentent fréquemment des veines orangées et

bleutées, les silicifications de la ride anticlinale de Tercis sont souvent caractérisées par des zonations à la fois de texture et de couleur (Lacombe 1998 : 108).

À Saint-Lon-les-Mines, on observe plusieurs types de silex dans des calcaires marneux du Maastrichtien avec une microfaune composée surtout de *Langena* et *Globotruncana* (Fernandes 2012).

Sur l'anticlinal diapirique de Tercis, orienté Nord-Ouest / Sud-Est, on identifie la présence de plusieurs niveaux à silex du Campanien et du Maastrichtien. À la grande carrière de Tercis, les silex des niveaux campaniens ont été différenciés des niveaux maastrichtiens, par quelques variations. Ainsi, les calcaires siliceux du Campanien présentent des rognons réguliers du silex, avec un cortex d'épaisseur centimétrique et de texture de type *wackestone*. Fernandes décrit qu'au niveau microscopique « la matrice est cryptocristalline, composée essentiellement de calcédonite enrobant des rhomboèdres. Les formes péloïdes sont fréquentes et les intraclastes sont plus rares et anguleux. La macrofaune est riche en débris d'échinidés, de crinoïdes et d'ostracodes et les spicules triaxones sont fréquents. On distingue aussi des pithonelles et de *Lagena* et *Globotruncana* » (Fernandes 2012 : 182). Par contre, dans les calcaires crayeux du Maastrichtien, ont été collectés des rognons irréguliers du silex de couleur noire. Les formes péloïdes sont fréquentes et les intraclastes sont rares et arrondis. Le contenu micropaléontologique est similaire à celui du Campanien, avec des débris d'échinides, des spicules associés à des pithonelles, des fissurines et *Lagena*. Mais la présence des nombreux fragments de Dasycladacées et de radiolaires permettent de faire une première distinction entre les deux types de silex (Fernandes 2012 : 182-183). Une autre variété de silex probablement issue des niveaux campaniens à maastrichtiens a été aussi mentionnée par Normand (2002). Il s'agit d'un silex de texture de type *packstone* à *wackestone* avec des foraminifères benthiques type *Lagena* et pauvres en pithonelles (Fernandes 2012 : 183-185).

Des silex de texture type *wackestone* ont été trouvés dans les calcaires blancs sénoniens à pithonelles et *Globotruncana* (Fernandes 2012 : 185), le long de la structure de Bénesse (Landes).

Dans le dôme de Bastennes-Gaujacq, qui s'étend entre la vallée du Louts au nord et celle du Luy au sud, on peut collecter des rognons de silex dans les affleurements de calcaires du Sénonien. Il s'agit des silex à texture de type *wackestone*. Les formes

péloïdes sont rares et les fragments de bioclastes abondants. Le contenu micropaléontologique est représenté par de plusieurs types d'algues (Dasycladacées et Codiacées), espèces de milieu ouvert (pithonelles, *Calcisphaerula*, *Textularia*) et des foraminifères benthiques dont *Lepidorbitoides* (moins fréquents que dans les échantillons d'Audignon) et de nombreuses *Lagena*. C'est aspect est important, car il permet de distinguer les silex de Bastennes, des silex d'Audignon et de Tercis, qui ne possèdent pas ce type d'association (Fernandes 2012 : 188).

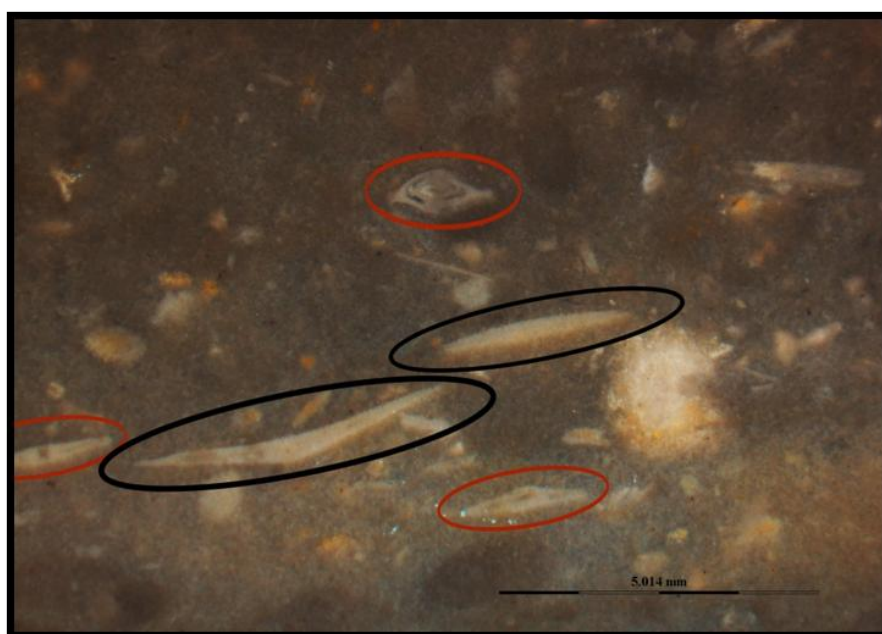
La ride d'Audignon (Landes) est l'une des plus étendues d'Aquitaine. Son axe est sensiblement parallèle dans aux Pyrénées et elle s'étend sur une longueur de 28 km depuis Mugron à l'Est jusqu'à Aire-sur-Adour à l'Ouest. Les silicifications du Maastrichtien (fig. 94), surtout présentes au Sud et sporadiquement sur le flanc nord, sont considérés comme un traceur lithologique unique, le « silex de Chalosse à *Lepidorbitoides* », exploité par les sociétés préhistoriques, du Paléolithique ancien au Néolithique (Fernandes 2012 : 188).



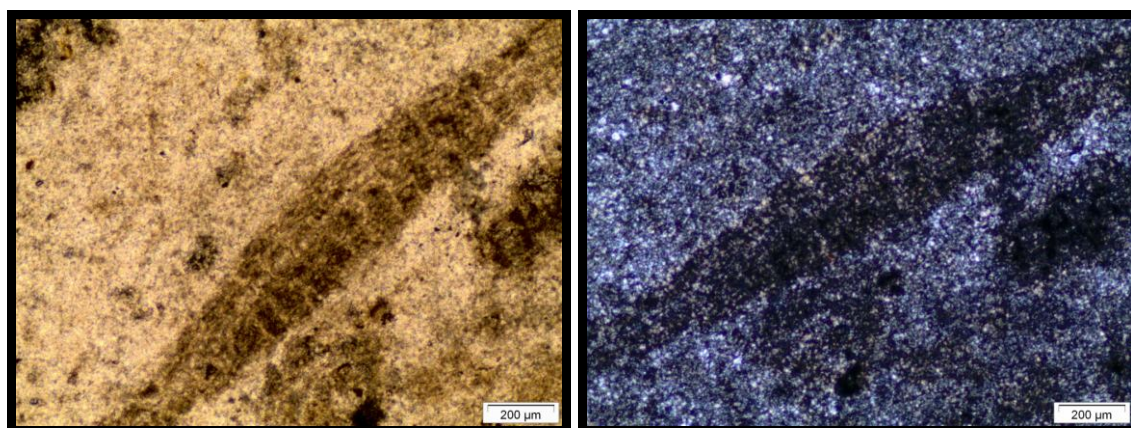
**Fig. 94** – Fragment de rognon et éclat de silex Maastrichtien de la ride d'Audignon (Dûmes). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Ces silex, qui ont été collectés à Barrières Horsarrieu, Dûmes, Berduc-Eyres, Banos, Lassere ou Lespitaou présentent une association de foraminifères dont *Lepidorbitoides socialis*, *L. minor*, *Clypeorbis mamillata*, *Hellenocyclina*, *Siderolites calcitrapoides* et *S. vidali* (fig. 95). Les formes péloïdes sont abondantes ainsi que les bioclastes. La macrofaune comprend des fragments de bivalves, d'ostracodes et d'échinodermes. Les spicules sont plus ou moins bien représentés. Les bryozoaires sont rares ou abondants

selon le faciès. Mais la grande différence avec les types déjà décrits préalablement est la surreprésentation des formes benthiques (Fernandes 2012 : 188-190).



**Fig. 95** –Photographie des *Lepidorbitoides socialis* (cercle noir) et *Siderolites* sp. (cercle orange) d'un silex d'Audignon (vu à la loupe binoculaire). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.



**Figs. 96 et 97** –Photographie d'un *Lepidorbitoides* en lumière ordinaire (gauche) et polarisée (droite) (vu au microscope pétrographique).

Des silex de Dômes ont été analysés au microscope pétrographique avec des lames minces. Ils présentent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (83%). Des sphérulites de calcédoine d'élongation négative ont aussi été observées (4%). Les constituants carbonatés sont composés de micrite et des éléments bioclastiques squelettiques, notamment des *Lagena*, des *Lepidorbitoides* et de possibles algues Dasycladacées (figs. 96 et 97). Les oxydes métalliques sont fréquents (6%).

Dans la ride d’Audignon, près du village d’Eyre-Montcube (à l’Est d’Audignon), des silex dans les calcaires du Campanien ont été aussi identifiés. Ces silex contiennent des spicules, des fragments d’échinodermes, des lamellibranches et des pithonelles. On observe aussi une faune planctonique avec radiolaires, valvulinidés et *Globotruncana*, à l’exception des *Lepidorbitoides* (Fernandes 2012 : 188).

Une fois mise en évidence la variabilité existant dans les silex de Chalosse (table 3), il est nécessaire de souligner l’importance des silicifications du Maastrichtien qui affleurent dans la ride d’Audignon. Ces silex constituent un traceur lithologique de premier ordre pour l’étude de l’approvisionnement de matières premières siliceuses pendant la Préhistoire. Ce type de silex présente des caractéristiques qui lui confèrent le rang de traceur lithologique : une forte concentration de *Lepidorbitoides* et *Siderolites* avec d’autres éléments jamais identifiés dans d’autres silicifications de Chalosse, tels que des fragments bryozoaires. Toutefois, soulignons que ces dernières années ont été localisés des gîtes de silex avec des caractéristiques très similaires à ces traceurs lithologiques dans la ride d’Audignon.

TYPE DE SILEX (localisation)	FORMATION GÉOLOGIQUE	CONTENU MICROPALÉONTOLOGIQUE											
		Bivalves	Ostracodes	Échinodermes	Spicules d’éponge	Pithonelles	Radiolaires	Algues	Lepidorbitoididae	Sidérolites	<i>Lagena</i>	<i>Globotruncana</i>	Bryozoaires
<i>Saint-Lon-Les-Mines</i>	<i>Maastrichtien</i>										X	X	
<i>Tercis-les-Bains</i>	<i>Campanien</i>		X	X	X	X					X	X	
<i>Tercis-les-Bains</i>	<i>Maastrichtien</i>			X	X	X	X	X			X		
<i>Tercis-les-Bains</i>	<i>Campanien – Maastrichtien</i>					X						X	
<i>Bastennes - Gaujacq</i>	<i>Sénonien</i>					X		X	X		X		
<i>Audignon</i>	<i>Maastrichtien</i>	X	X	X	X				X	X			X
<i>Audignon</i>	<i>Campanien</i>	X		X		X	X					X	

**Table 3** – Principales caractéristiques des silex inclus dans l’ensemble des Silex de Chalosse avec le traceur lithologique ressorti en orange.



Ainsi, en 2009 des silex comparables à ceux à *Lepidorbitoides* de Chalosse, ont été récoltés à Saint-Aubin (Gers), à une cinquantaine de kilomètres au Nord-Est. Les silex ont été ramassés à diverses profondeurs et en surface dans un substrat détritique néogène. Le fonds micropaléontologique s'avère semblable à celui décrit pour les silex maastrichtiens plus méridionaux de Chalosse, car on a trouvé *Lepidorbitoides* sp., *Siderolites* sp., *calcitrapoides* et des bryozoaires (Cologne *et al.* 2011 : 562).

Certains spécialistes refusent *a priori* une origine fluviatile pour ces rognons, car « ils sont majoritairement affectés des cortex pulvérulents et ont des morphologies assez contournées portant parfois de petites excroissances qui n'auraient pas résisté à une dynamique fluviatile » (Cologne *et al.* 2011 : 563). Ces auteurs proposent des hypothèses diverses : soit ces rognons se trouvent dehors leur territoire originaire de formation, soit l'encaissant calcaire n'existe plus aujourd'hui, car il y aurait eu une dissolution de calcaires à silex dans le secteur de Saint-Aubin. [...] Des indices comparables suggérant l'existence de rognons de silex à *Lepidorbitoides* en contexte non calcaire ont été identifiés sur le contournement d'Aire-sur-Adour (Cologne *et al.* 2011 : 563).

De plus, des silex avec les mêmes caractéristiques que ceux maastrichtiens de la ride d'Audignon et le secteur de Saint-Aubin ont été collectés en position secondaire dans les formations plio-quadernaires de la vallée de l'Adour et la vallée de la Gélise sous forme de galets alluviaux (Séronie-Vivien *et al.* 2012).

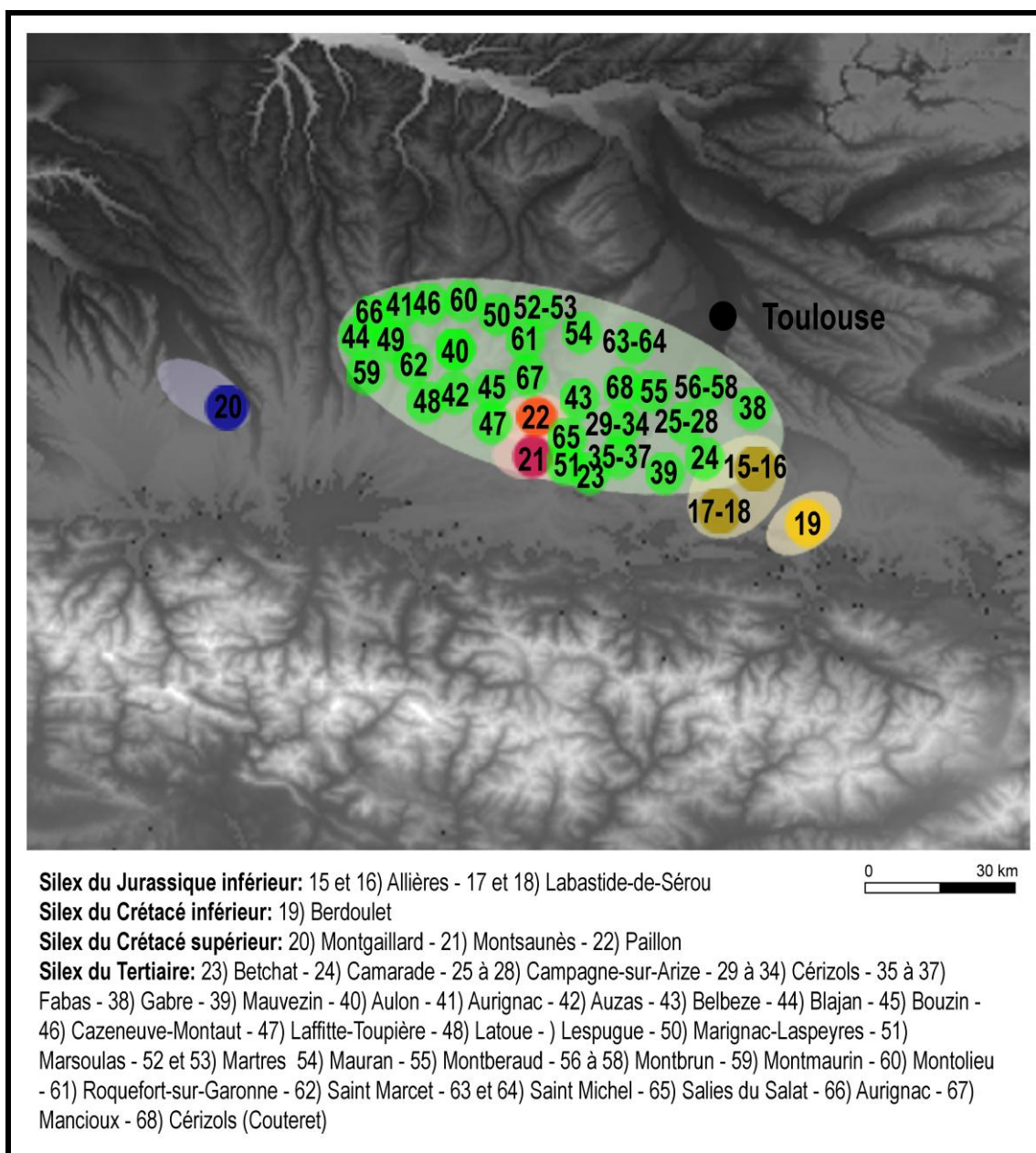
#### 5.4.2 Les Pyrénées centrales

Les Pyrénées centrales forment la partie la plus large et la plus élevée de la chaîne pyrénéenne. Elles s'étendent vers l'Est jusqu'au Col de la Perche et culminent avec le Pic d'Aneto (3.404 m), dans le massif de Maladeta. En territoire français, elles s'étendent des Hautes-Pyrénées jusqu'à l'Ariège, en passant par la Haute-Garonne.

D'un point de vue stratigraphique, les premières assises carbonatées dans lesquelles apparaissent des silicifications sont à rapporter au Jurassique inférieur. Au Jurassique moyen des accidents siliceux sont également signalés. Avec le passage au Crétacé, les silicifications deviennent un peu plus abondantes, mais c'est surtout au Paléogène que

les silicifications apparaissent réellement abondantes, en particulier dans la zone des Petites-Pyrénées et du Plantaurel (Lacombe 1998 : 75) (figs. 98 et 99).

À la présence de gîtes primaires et subprimaires à silex, s'ajoutent d'importants gîtes secondaires dans les nappes détritiques de tous âges, faisant des Pyrénées centrales un territoire avec de grandes variétés des silex, de qualité remarquable (Simonnet 1999).



**Fig. 98** – Carte du relief de la zone des Pyrénées centrales avec les silicifications étudiées et la localisation des gîtes avec des échantillons analysés.

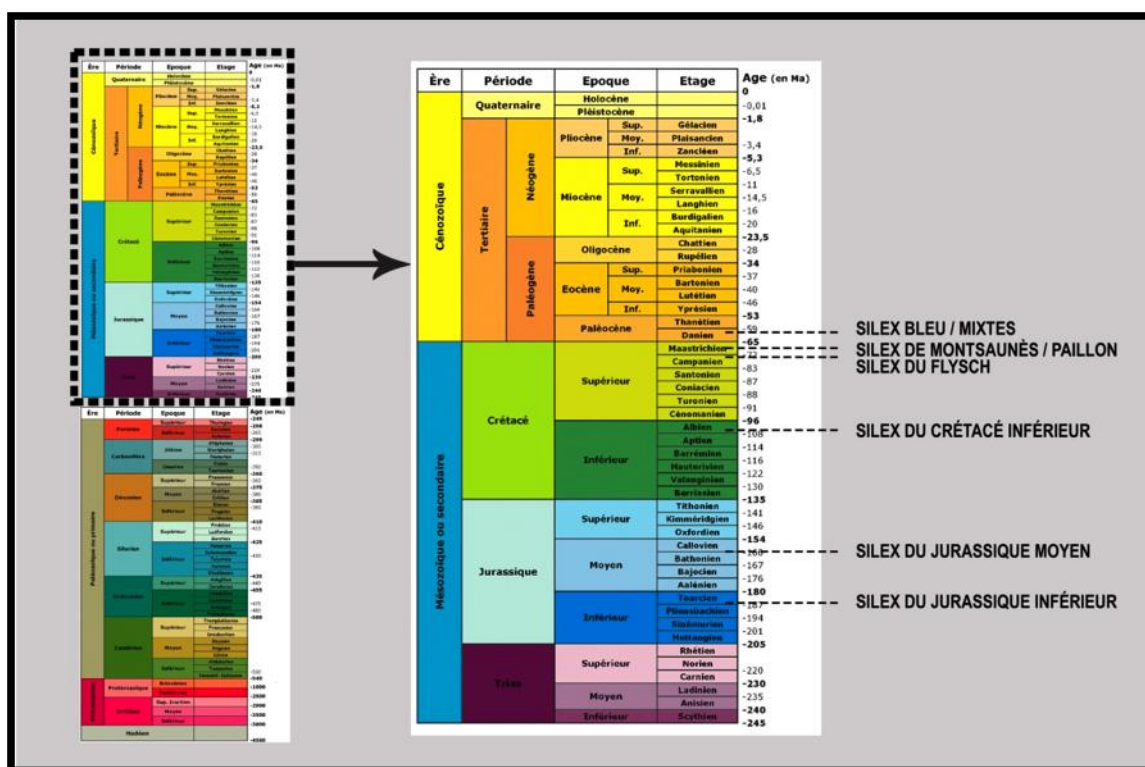


Fig. 99 – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les silex étudiés. Source : <http://lithotheque-svt.ac-rennes.fr/echelle/echelle.htm>. Modifiée.

#### 5.4.2.1 Les silex du Jurassique inférieur

Les silicifications les plus anciennes des Pyrénées centrales sont associées aux strates calcaires du Pliensbachien-Toarcien, et présentent souvent des accidents siliceux. Elles affleurent au sud-ouest du Mas d'Azil (Simonnet 1999), les gîtes de matière première se concentrant entre les vallées de l'Arize à l'Ouest et de la Lèze à l'Est. Des gîtes à silex ont été identifiés dans la commune d'Allières et Labastide de Sérou (Ariège). Ces silex sont des calcaires souvent imparfaitement silicifiés, de teinte noirâtre, à structure microcristalline et se présentant sous la forme de blocs sphériques de mauvaise qualité dont l'emploi paraît n'avoir été que local (Simonnet 1999) (fig. 100). La coloration est souvent noire avec des taches ferrugineuses et la texture, de type *wackestone* à *packstone*, présente des inclusions d'oxydes métalliques, des restes carbonatés, des spicules d'éponge et des débris d'autres éléments bioclastiques (fig. 101).



**Figs. 100 et 101** –Fragments de silex (gauche) et vu à la loupe binoculaire des spicules d'éponge (droite) des silex du Pliensbachien-Toarcien. Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

#### 5.4.2.2 Les silex du Jurassique moyen

Au sommet du Bathonien supérieur à Oxfordien, les ensembles calcaires présentent ponctuellement des accidents siliceux, mais qui n'ont pas été reconnus en position primaire. Ces calcaires correspondent à des sédiments déposés dans la partie interne de la plate-forme (zone infralittorale). Ils apparaissent dans le département de l'Ariège au Sud du Mas d'Azil, dans les environs de Canals, à la faveur d'une coupe aux dépens de ces calcaires qui montrent une puissance remarquable (Lacombe 1998 : 79).

#### 5.4.2.3 Les silex du Crétacé inférieur

Dans la partie centrale des Pyrénées, l'Urgonien (Aptien-Albien) se présente en épaisses accumulations calcaires avec des silicifications. Ces dernières, non homogènes, sont nettement abondantes au Nord de Foix (Ariège). Là, autour de la carrière de Berdoulet, elles se présentent sous l'aspect de petits rognons parfois fortement diaclasés et à cortex arénisé assez fin. À l'état frais, la matière siliceuse est de teinte noirâtre, opaque, avec des nuances grises plus claires notamment en zone sous-corticale (Lacombe 1998 : 80). La texture est de type plutôt *packstone*, avec des inclusions d'oxydes métalliques, des débris carbonatés et matière organique possible. Entre le contenu micropaléontologique on souligne la présence d'*Orbitolines* (fig. 102).



**Fig. 102** – Photographie d’une section d’Orbitolina d’un silex du gîte de Berdoulet (Foix) (vu à la loupe binoculaire).  
Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

#### 5.4.2.4 Les silex du Crétacé supérieur : Les silex du Flysch d’Hibarette - Montgaillard

Les silex présents dans les gîtes secondaires du secteur d’Hibarette proviennent des calcaires du flysch situés à l’Est de Montgaillard, en rive droite de l’Adour et ceux-ci sont en position primaire (Barragué *et al.* 2001) (fig. 103). Ce flysch constitue un complexe turbiditique assez monotone marno-gréseux à marneux et parfois carbonaté. On observe des nodules plats et des plaquettes de silex dans les calcarénites des niveaux turoniens à santoniens. Il existe aussi des passées carbonatées à gréseuses terrigènes dans le Flysch supérieur à marnes bleues du Campanien-Maastrichtien, qui pourrait lui aussi contenir du silex. Néanmoins, l’absence de critères discriminants entre les deux silicifications ne permet pas de trancher entre le flysch ancien et le plus récent (Fernandes 2012 : 181).

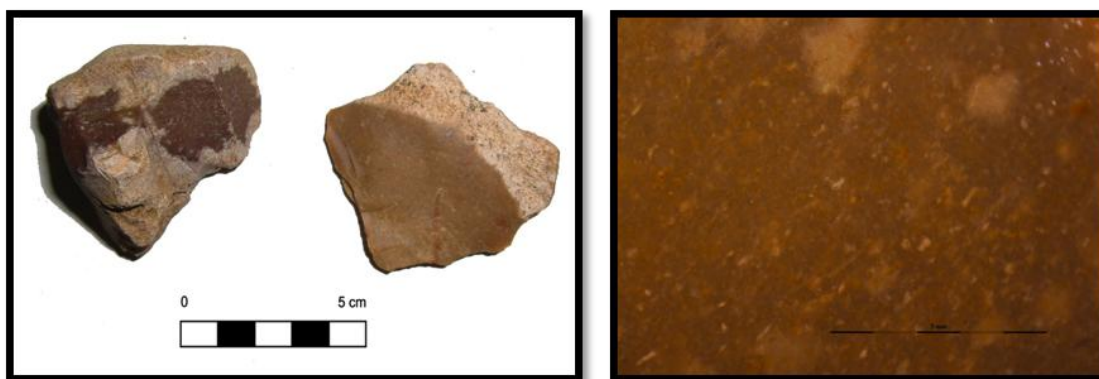
Les découvertes faites par Barragué dans les années 1980 ont révélé l’importance de ces gîtes secondaires utilisés au Paléolithique comme des ateliers de plein air. Les concentrations de blocs et d’industries se répartissent dans un espace d’environ 1,5 km sur 800 m sur les communes de Bénac, Hibarette, Saint Martin et Visker. Les nodules de silex, en surface, sont mélangés aux blocs de calcaire et à d’autres roches. L’outillage trouvé sur ces ateliers est numériquement important et très diversifié, ce qui fait penser à une fréquentation du gîte de longue durée, du Paléolithique moyen au Néolithique (Barragué *et al.* 2001 : 3).



**Fig. 103** – Nodules de silex en position subprimaire au gîte de Montgaillard (ancienne carrière Dussert).

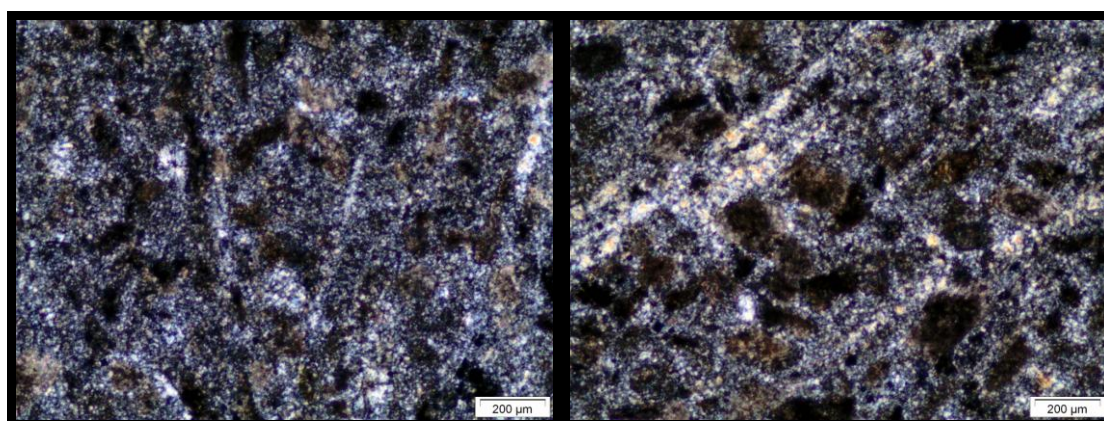
Dans ces gîtes secondaires, des silex allochtones ont été trouvés. La plupart d’eux proviennent de Chalosse (70%). L’hypothèse que Barragué *et al.* proposent est celle « d’une occupation de courte durée par quelques personnes, détachées du groupe principal dont l’habitat prolongé est ailleurs, venues spécialement sur le gîte pour des opérations de taille qui ont pu leur demander quelques jours. L’apport des matériaux issus des gîtes de Chalosse suggère que leur dernière provenance connue est certainement à rechercher à l’Ouest des Pyrénées » (Barragué *et al.* 2001 : 23-24).

Les blocs de silex libérés à Hibarette montrent les mêmes caractéristiques que celles qu’ils ont en gîtes primaires (Montgaillard). Ils se présentent en nodules arrondis plus ou moins gros et en plaquettes d’épaisseurs variables. Les cortex, réguliers et fins, sont aussi d’épaisseurs variables. La couleur largement dominante va du gris au brun et le noir est souvent associé au brun en variabilité d’intrabloc (Barragué *et al.* 2001 : 6-8) (fig. 104). Avec des textures de type *packstone* à *grainstone*, les intraclastes associés sont abondants grains ovoïdes (pellets), des oxydes métalliques, des grains du quartz clastique et des impuretés carbonatées parfois grosses. Le contenu micropaléontologique se compose de spicules d’éponge, avec une forte densité par zones, et des rares petits foraminifères benthiques (notamment globotruncanidés) (fig. 105).



**Figs. 104 et 105** – Fragments de silex du gîte d’Hibarette (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture générale de ces silex du flysch (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

L’observation des lames minces au microscope polarisant montre une mosaïque de microcriptoquartz comme principale texture (68-70%). En pourcentages réduits, il a été constaté la présence de calcédoine d’elongation négative. Des spicules siliceux d’éponge ont aussi été observés (fig. 106). Les éléments carbonatés sont constitués de micrite et de composants bioclastiques squelettiques en processus de silicification (10-12%) (macroforaminifères ?) (fig. 107). Les oxydes métalliques sont vraiment abondants (11%) et les composants terrigènes/détritiques sous forme de grains arrondis de quartz détritique sont aussi importants (4-7%).



**Figs. 106 et 107** – Vu au microscope pétrographique en lumière polarisée des spicules d’éponge (gauche) et d’un possible macroforaminifère (droite) dans une texture de microcriptoquartz avec oxydes métalliques et micrite.

#### 5.4.2.5 Les silex du Crétacé supérieur : Les silex de Montsaunès-Ausseing

Les silex de Montsaunès-Ausseing sont un important traceur lithologique des Petites-Pyrénées, connus des préhistoriens et des géologues depuis près de deux siècles. Les blocs siliceux s’insèrent dans les calcaires de Nankin, datées du Maastrichtien moyen.

Le contenu micropaléontologique de ces calcaires est très riche, en livrant une association de grands foraminifères benthiques classiques du Maastrichtien tels que *Orbitoides apiculata*, *Lepidorbitoides socialis*, *Omphalocyclus macroporus*, *Siderolites calcitrapoides* et *Siderolites denticulatus* (Bilotte et Andreu 2006 : 311). Ces calcaires se concentrent au Sud du Mas d'Azil, et il est possible d'identifier des gîtes à silex à la montagne d'Ausseing, notamment à l'ancienne carrière de Montsaunès.

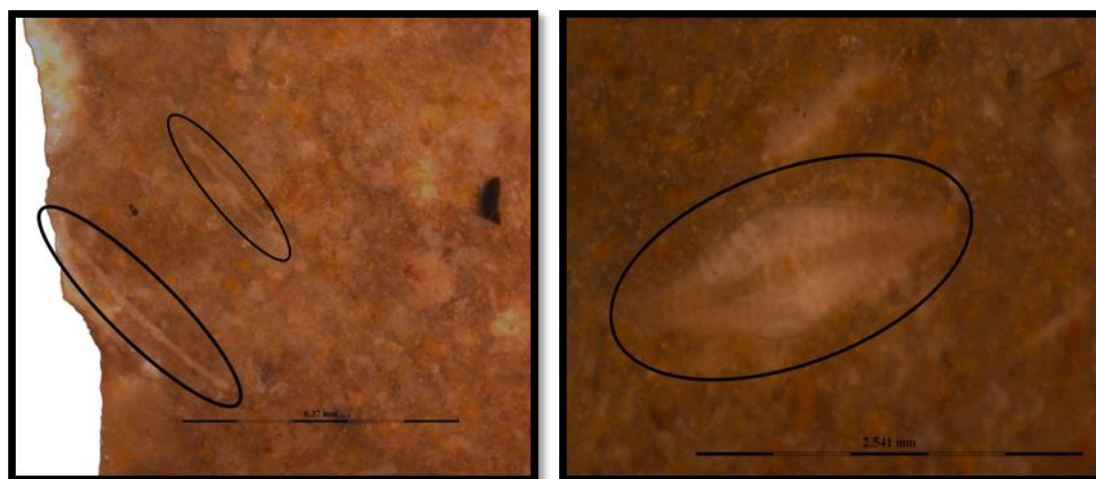
La carrière de Montsaunès est située sur la trace d'une des failles de compression du front nord-pyrénéen, raison pour laquelle les blocs siliceux ont subi des contraintes et sont intensément fracturés (Séronie-Vivien *et al.* 2006 : 203).

Le silex, en rognons ou en plaquettes, présente une couleur beige foncé avec des marbrures mauve-rosé. Le cortex est blanchâtre, peu dense et épais (fig. 108). La texture prédominante est de type *packstone*, avec des inclusions en oxydes métalliques, des grains de quartz clastiques et des débris carbonatés. Le contenu micropaléontologique est composé de spicules d'éponge (fig. 109), de débris d'ostracodes et de petits foraminifères (rotalidés). Dans un des blocs récupérés au bas de la carrière nous avons identifié des foraminifères benthiques, notamment *Lepidorbitoides*, *Orbitoides* et *Siderolites* (fig. 110).



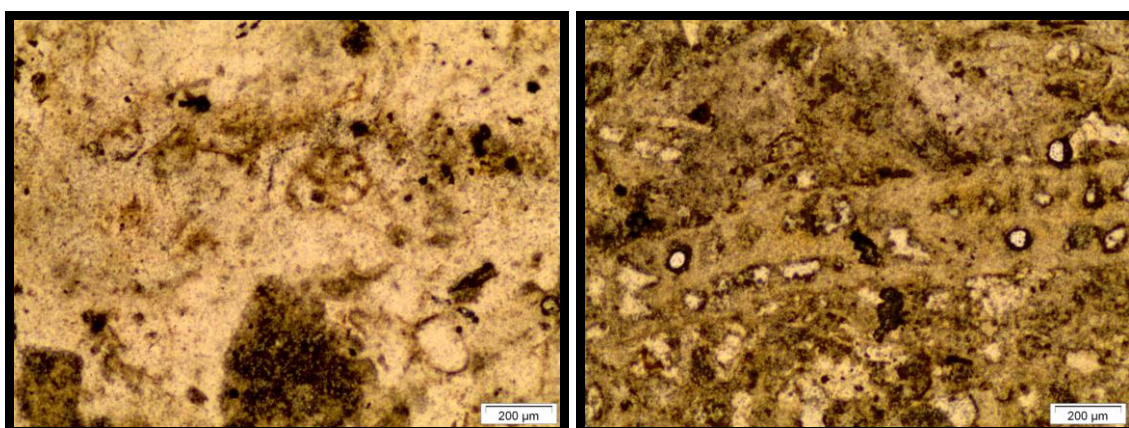
**Fig. 108** – Nodule de silex du gîte de Montsaunès. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.





**Figs. 109 et 110** – Photographie des spicules d'éponge (gauche) et d'un Orbitoides (droite) d'un silex récupéré au gîte de Montsaunès (vu à la loupe binoculaire). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au microscope pétrographique a été observée une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale des lames minces (73%). Des spicules siliceux d'éponge sont aussi présents. Les composants carbonatés (10%) sont représentés par de la micrite et des éléments bioclastiques en processus de silicification, notamment des rotalidés et des *Lepidorbitoides* (fig. 111 et 112). Les oxydes métalliques sont abondants (8%) ainsi que les grains arrondis de quartz détritique (7%). Une porosité primaire intergranulaire a aussi été observée (2%).



**Figs. 111 et 112** – Vu au microscope pétrographique en lumière ordinaire d'un rotalidé (gauche) et d'un possible *Lepidorbitoides* (droite).

#### 5.4.2.6 Les silex du Crétacé supérieur : Les silex du Paillon

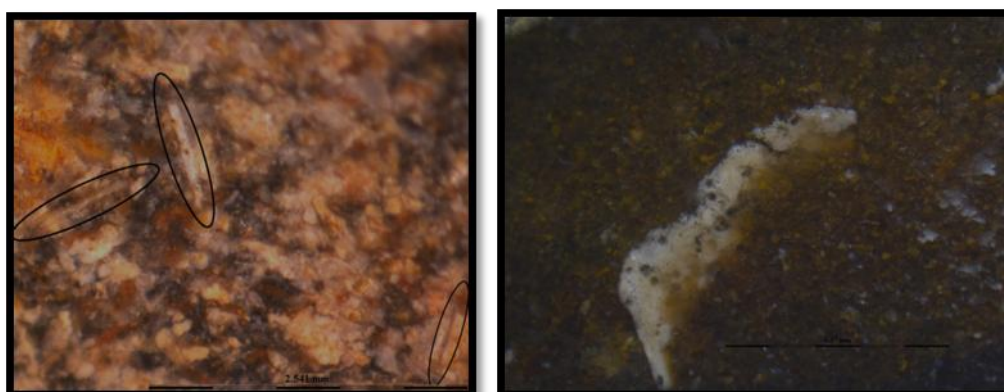
Le silex du Paillon, issu des marnes de Plagnes et de Saint-Martory (Maastrichtien inférieur), a été identifié autour de la ferme de Paillon, à la commune de Saint Martory

(Haute-Garonne), et présente des caractères qui le font se rapprocher aux silicifications du Flysch avec lesquelles une confusion est possible (Lacombe 1998 : 81) (fig. 113).



Fig. 113 – Nodules de silex du type Paillon. Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Ces silicifications présentent des colorations notamment plus sombres que celles de Montsaunès (noir et brun). Le cortex est épais et la texture prédominante est de type *packstone*, avec des inclusions d'oxydes métalliques, de gros quartz clastiques et des débris carbonatés. Le contenu micropaléontologique est composé de spicules d'éponge (fig. 114), de débris de petits foraminifères et de possibles ostracodes (fig. 115). Nous n'avons pas identifié le contenu micropaléontologique des foraminifères benthoniques, présents dans les silex voisins de Montsaunès-Ausseing.



Figs. 114 et 115 – Photographie des spicules d'éponge (gauche) et d'un possible ostracode (droite) dans deux silex du Paillon (vu à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au microscope pétrographique, ces silex montrent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (73-75%). L'autre forme de la silice présente est la calcédoine d'élongation négative comme un ciment de première génération dans le remplissage des porosités (3-6%). Les composants carbonatés (8-10%) sont présents sous forme de micrite et des éléments bioclastiques squelettiques en processus de silicification, notamment échinodermes (fig. 116) et miliolides (fig. 117). Les autres éléments détectés sont les oxydes métalliques très abondantes (entre 6-8%), et les éléments détritiques (grains de quartz clastique arrondis) (3-4%).

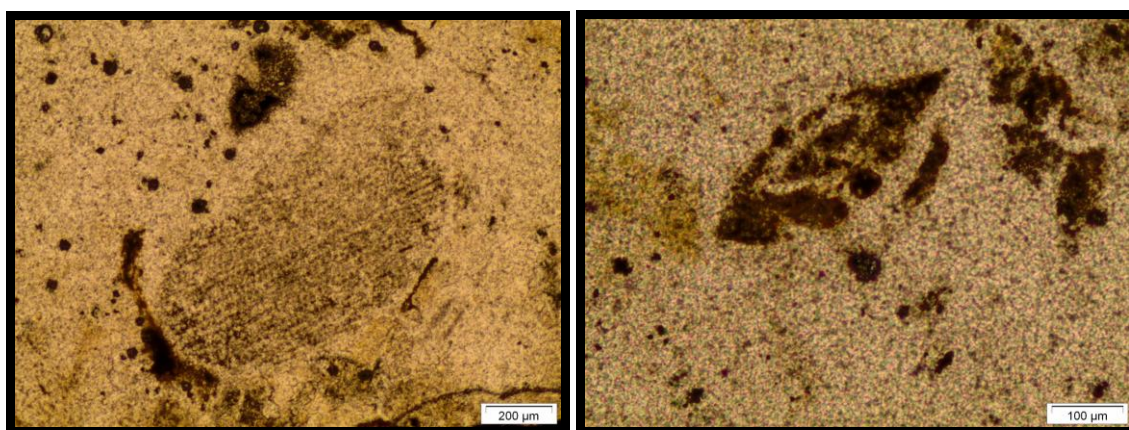


Fig. 116 et 117 – Échinoderme (gauche) et miliolide (droite) vus au microscope pétrographique en lumière ordinaire.

#### 5.4.2.7 Les silex du Tertiaire : Les silex « Bleu » du Paléocène

Issu des formations continentales du Danien, ce silex translucide et surtout bleuté, a été exploité de tous temps et connu des paysans sous le nom de « Bleu » ou aussi « Fumé ». Les préhistoriens l'appelaient « calcédonieux » et, par son apparence, il correspond aux silex dits « tertiaires » des autres régions (Simonnet 1999). On rencontre ces silex tout le long des chaînons des Petites-Pyrénées et du Plantaurel ainsi que du massif d'Aurignac, qui en est en quelque sorte le prolongement occidental. Les affleurements se développent en bandes étroites et parallèles en s'écartant légèrement de l'orientation de la Zone axiale des Pyrénées (Lacombe 1998 : 82).

Ce silex dit « Bleu » possède une qualité de taille généralement assez bonne. Il est abondant particulièrement sur certains gîtes. Les blocs, aux formes souvent arrondies, ont des dimensions parfois importantes, mais le gel et les phénomènes de tectonique les ont fréquemment fractionnés en petits volumes anguleux (fig. 118). L'enveloppe corticale peut présenter de grandes variations, depuis un état frais associé aux gîtes

primaires jusqu'à des surfaces d'altération caractéristiques des formations secondaires (Lacombe 1998 : 82-83).

À la lithothèque de Toulouse, on a analysé des échantillons de 45 gîtes de silex « Bleu », la plupart d'entre eux étant en contexte primaire. La texture générale est du type *mudstone*, souvent azoïque (fig. 119), sans présence de contenu micropaléontologique et seules demeurent des inclusions d'oxydes métalliques, souvent au niveau sous-cortical.

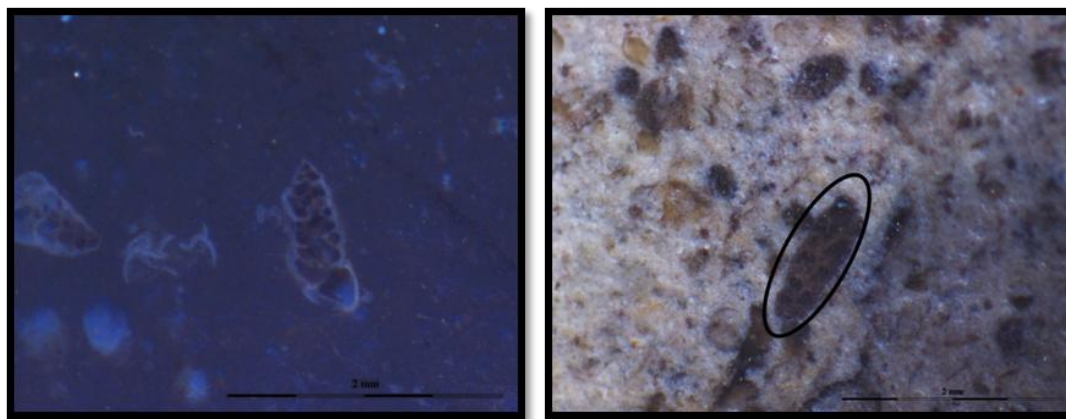


**Figs. 118 et 119** – Deux fragments de silex récupérés au gîte de Saint Michel (gauche) et aspect texturale d'un silex « bleu » vu à la loupe binoculaire (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

#### 5.4.2.8 Les silex du Tertiaire : Les silex « mixtes » du Paléocène

Les formations du Danien des Petites Pyrénées et du Plantaurel ont fourni d'autres variétés de silex, proches du Bleu, mais possédant des particularités (Foucher 2004). Ce sont des silex avec des associations hétérogènes de fossiles lacustres, lagunaires et marins (gastéropodes, ostracodes et foraminifères grands et petits). Ces groupements paléontologiques se retrouvent dans un même gîte et parfois dans un même bloc (Simonnet 1999).

Un des cas les plus remarquables sont les silex noirs qui ont été trouvés à Couterets. Ce sont des rognons réguliers et de dimensions intéressantes provenant aussi du Danien. Le cortex présente une épaisseur considérable. La texture siliceuse est du type *packstone* avec des inclusions d'oxydes métalliques, de débris carbonatés et de possible matière organique. Le contenu micropaléontologique se caractérise par l'abondance de petits débris de foraminifères (figs. 120 et 121).



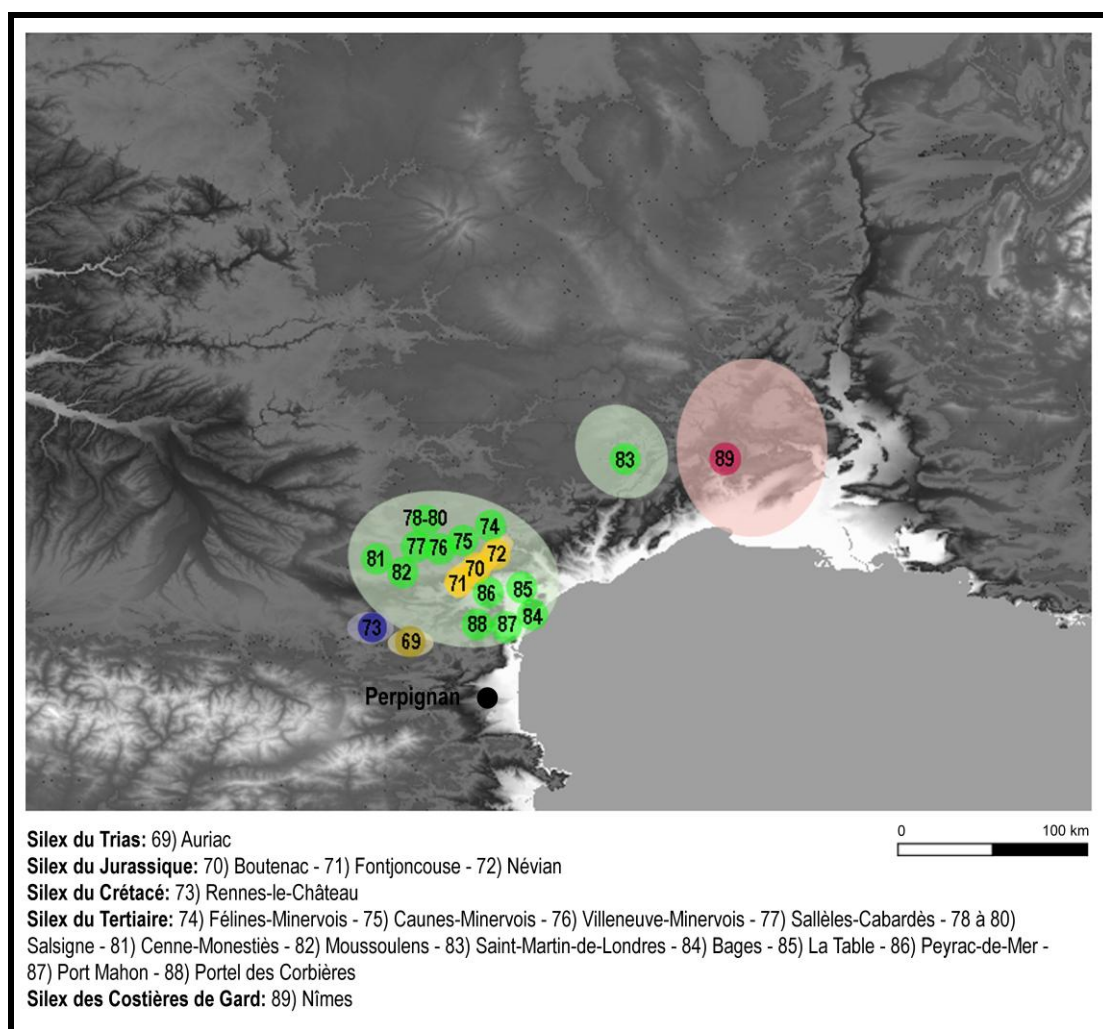
**Figs. 120 et 121** – Photographies des petits foraminifères et gastéropodes présents dans les silex du gîte de Couteret (vus à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Ainsi, les Pyrénées centrales et plus précisément la région des Petites Pyrénées et du Plantaurel sont un espace géographique riche en silicifications, de différentes caractéristiques, mais ayant pour la plupart d’entre elles une bonne aptitude à la taille. Les silex crétacés du flysch d’Hibarette-Montgaillard, les silex maastrichtiens de Montsaunès-Ausseing ou encore ceux du Paillon à Saint Martory sont donc les principaux traceurs lithologiques de cette partie des Pyrénées, car ils possèdent une délimitation spatiale bien établie et des caractéristiques spécifiques. Cependant, le silex Bleu du Danien, bien qu’il possède dans quelques cas une très bonne aptitude à la taille, son absence de critères discriminants fait que nous ne le considérons pas un traceur lithologique.

#### 5.4.3 Les Pyrénées orientales

Les Pyrénées orientales, appelées aussi Pyrénées catalanes, s’étendent depuis le Col de la Perche jusqu’au Cap de Creus, en étant le point culminant le Pic Carlit (2.910 m). Nous essayerons de décrire ici les principales silicifications affleurant dans les Pyrénées orientales, ainsi que les principales silicifications affleurant dans les régions situées au nord des Pyrénées orientales, dès Corbières et du Minervois jusqu’aux Costières du Gard en passant par le sud de la Montagne Noire. L’objectif est d’avoir une connaissance générale des silicifications affleurant dans cette partie des Pyrénées mais également de connaître ces silicifications situées plus au nord, car elles ont pu avoir une importance notoire pour les groupes de chasseurs-cueilleurs qui ont fréquenté les Pyrénées orientales tout au long de la Préhistoire.

Les potentialités en matières premières siliceuses dans cette région sont importantes, mais cependant peu diversifiées. Deux pôles principaux d’approvisionnement semblent se dégager : une partie dans l’Oligo-Miocène et ponctuellement dans le Crétacé inférieur des Corbières maritimes ; et l’autre dans le Paléocène et localement dans l’Eocène de la partie méridionale de la Montagne Noire (Briois 2005 : 19). Il y a aussi des silicifications au Trias et au Jurassique, mais il semble que leur mauvaise qualité leur confère des faibles possibilités d’exploitation (figs. 122 et 123).



**Fig. 122** – Carte du relief des Pyrénées orientales avec les formations qui contiennent silex décrits dans cette section.

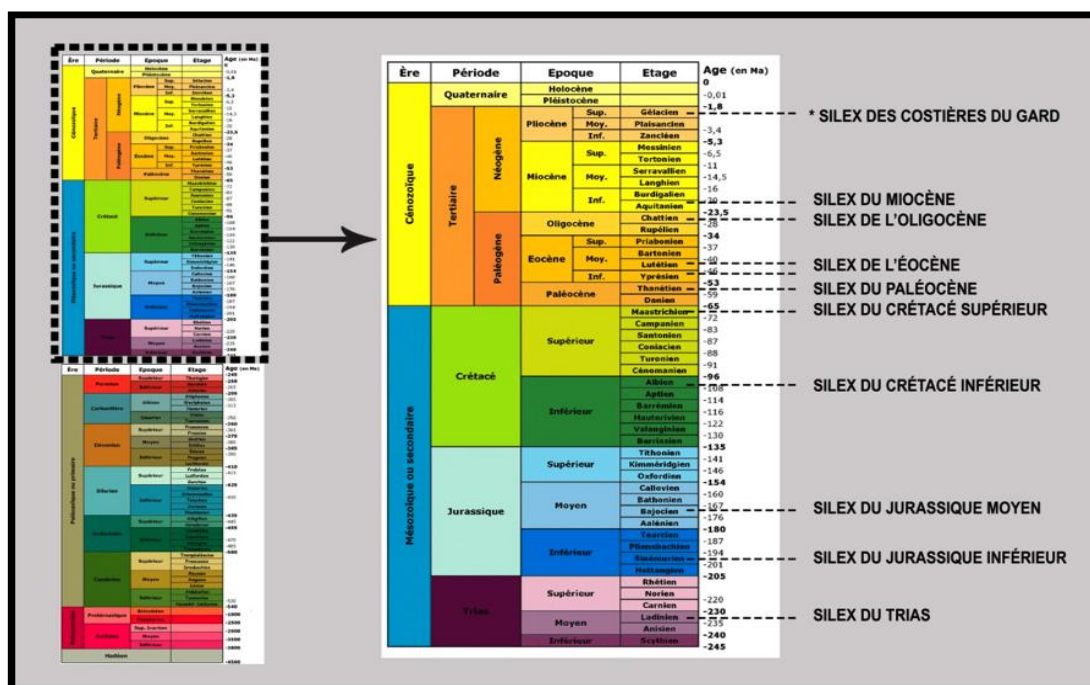


Fig. 123 – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les silex étudiés. Source : <http://lithotheque-svt.ac-rennes.fr/echelle/echelle.htm>. Modifiée.

#### 5.4.3.1 Les silex du Trias

Dans le département de l'Aude, dans les environs du Mont Tauch, au nord-est de Maisons, à Demacuillete, Albas, Durban et dans les Moulines d'Auriac, ont été identifiés des calcaires du Muschelkalk contenant des silicifications. De petits rognons de teinte grise, à grain fin, sont souvent inclus dans une matrice calcaire compacte avec un fort degré de tectonisation, en leur rendant une aptitude très faible à la taille (Briois 2005 : 15).

#### 5.4.3.2 Les silex du Jurassique

Dans le Massif des Corbières, des bancs décimétriques de chailles avec des silex existent dans le Sinémurien (Jurassique inférieur) au sud de Fontjoncouse, à Jonquières, au col de Rouire et au Petit Guimont. D'autres affleurements existent dans la région de Boutenac (anticlinal de Barry-Longue) dans le Sinémurien-Carixien (Briois 2005 : 15). Il s'agit d'un matériau très fracturé et difficile à extraire, rendant l'aptitude à la taille très faible (fig. 124). La texture de ces silex est de type *wackestone* présentant

inclusions d'oxydes métalliques et des débris carbonatés, mais aucun élément bioclastique n'est identifié.

Dans les chailles du Bajocien (Jurassique moyen), qui affleurent dans le Massif des Corbières (Aude), à Feuilla, au Plan de Garrigue et à Bizanet, sur les hauteurs de Narbonne et à Néviau, ont été signalées des silicifications. Les blocs de Narbonne se présentent sous la forme d'un calcaire imparfaitement silicifié, tandis que ceux de Néviau forment des nodules très fracturés pris dans un calcaire très dur (Briois 2005 : 15) (fig. 125). Les nodules récupérés à Néviau possèdent une texture de type *wackestone* à *packstone* avec des inclusions d'oxydes métalliques, des débris carbonatés et matière organique possible. Le contenu micropaléontologique est représenté par des débris de spicules d'éponge et d'autres bioclastes indéterminés.



**Figs. 124 et 125** – Silex récupérés au gîte sinémurien de Boutenac (gauche) et au gîte bajocien de Néviau (droite).  
Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

#### 5.4.3.3 Les silex du Crétacé

Dans les niveaux aptiens (Crétacé inférieur) du Massif des Corbières à Fontfroide (la Pinède de Durban, de Taura, Sainte-Eugénie et le Pla de Couloubret) ont été identifiées des chailles avec des silex bruns, gris ou beiges. Ce sont des rognons petits avec une accessibilité difficile compte tenu de leur position dans leur matrice de calcaire compact (Briois 2005 : 16).

À l'abbaye de Fontfroide (Aude), il existe des silicifications dans les niveaux de l'Albien (Crétacé inférieur). Les silex apparaissent aussi dans le département des



Pyrénées orientales, à trois kilomètres au nord du village d'Espira de l'Agly, au lieu-dit la Juliette (Briois 2005 : 16), qui se situe entre les Corbières et la plaine du Roussillon.

Encore au Crétacé, mais cette fois dans les niveaux du Maastrichtien (Crétacé supérieur), on retrouve des silicifications dans les chailles de Rennes-le-Château, situés à quelques kilomètres de Couiza (Aude), et contenant de petits nodules centimétriques de silex offrant une faible aptitude à la taille (Briois 2005 : 16). Ces silex présentent une texture de type *mudstone* avec des oxydes métalliques comme inclusions. Ils n'existent pas de données sur le contenu micropaléontologique dans les silex analysés.

#### 5.4.3.4 Les silex du Tertiaire : Paléocène

Au nord des Pyrénées orientales, dans le Minervois et sur le versant méridional de la Montagne Noire, dans les départements de l'Hérault et de l'Aude, ont été localisés des silicifications dans les chailles du Thanétien (Paléocène). Il s'agit de silex brun foncé, gris ou bleuté dont la taillabilité est généralement médiocre, compte tenu du caractère grenu des matériaux et de la fréquence des failles qui les parcourent.

Au nord de Félines-Minervois (Hérault), les dépôts de pente contiennent de petits blocs décimétriques, présentant un cortex calcaire pouvant atteindre jusqu'à quatre millimètres. Il existe aussi une variété de silex noir, opaque, grenu et de médiocre qualité, associé à des rognons mieux silicifiés, translucides et à grain fin. Ces derniers offrent une meilleure aptitude au débitage, mais la petitesse de leur module et leur morphologie globuleuse limitent considérablement les possibilités d'exploitation (Briois 2005 : 18). Ces silex possèdent une texture de type *mudstone* à *wackestone* avec des inclusions des oxydes métalliques et de matière organique. Il n'a pas été observé aucune trace de contenu micropaléontologique.

À Caunes-Minervois (Aude), le silex se présente en bancs discontinus, de 15 à 20 cm d'épaisseur. Deux variétés ont pu être observées : un calcaire silicifié de teinte marron clair et gris à veinules calcédonieuses comprenant de nombreux petits amas de cristaux et un matériau mieux silicifié, de teinte brun foncé à noir, opaque et à nombreuses inclusions grenues d'aspect saccharoïde. L'aptitude à la taille de ces silex est assez variable et reste cependant médiocre en raison de la forte hétérogénéité observée (Briois 2005 : 18). La deuxième variété identifiée, de teinte brun foncé à noir, présente une

texture de type *wackestone* avec des inclusions d'oxydes métalliques et de débris carbonatés, mais aucun élément bioclastique n'a été identifié (fig. 126).

À Villeneuve-Minervois (Aude), les affleurements sont localement suivis de Villersambert jusqu'à la chapelle de Saint Marnès. Au nord du village, un banc irrégulier de silex brun opaque et à inclusions calcaires est observé en place dans une matrice calcaire très compacte. Les blocs libérés présentent un cortex millimétrique, grenu et d'aspect crayeux et des vacuoles plus ou moins profondes. Une variété noire et gris foncé est ponctuellement observée au nord-ouest du village à Coume Narbonne et au sud de la ferme des Crabes, mais ces matériaux restent d'un usage limité en raison de la petitesse des volumes disponibles (Briois 2005 : 18). La texture générale de ces silex est de type *wackestone* avec des inclusions d'oxydes métalliques et des débris carbonatés. Nous n'avons observé aucun élément bioclastique, mais Briois mentionne que « ces silex contiennent parfois de rares fragments de coquilles d'ostracodes » (Briois 2005 : 18).

À un kilomètre au sud de Sallèles-Cabardès (Aude) sont notées deux variétés majeures de silex, facilement accessibles dans les dépôts de pente. À Font Chaude, Combe Vieille et jusqu'à Villatade on trouve des débris de dalles de silex brun, gris, gris pâle et parfois gris bleuté d'allure calcédonieuse (Briois 2005 : 18) (fig. 127).



**Figs. 126 et 127** – Nodules de silex récupérés à Caunes-Minervois (gauche) et Sallèles-Cabardès (droite).  
Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

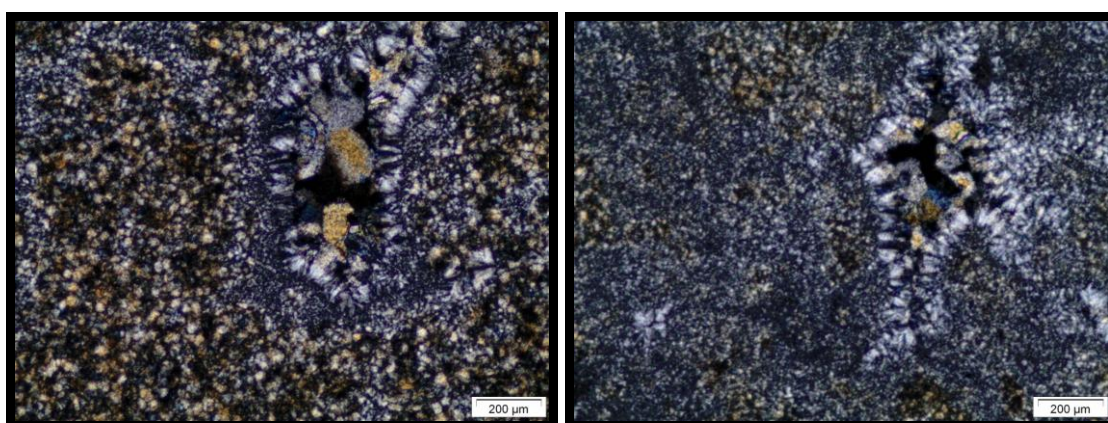
En bordure de la D111, à hauteur de la Croix d'Antoni, toujours dans la commune de Sallèles-Cabardès, il existe un autre faciès, observé en partie en place, composé de

roggons de silex de 10 à 15 cm de module ou de dalles de taille plus importante, mais souvent tectonisés. La coloration interne des blocs va du gris au gris foncé à mouchetures de teinte grise ou noire. La zone sous corticale, d'épaisseur centimétrique est gris clair et opaque. Le cortex est grenu et présente parfois des vacuoles qui pénètrent dans le rognon (Briois 2005 : 19). La texture ne présente pas trop de différences avec les autres silex du Thanétien déjà identifiés, étant aussi de type *wackestone* avec des inclusions d'oxydes métalliques et des débris carbonatés et ne montrant aucun élément bioclastique.

Les silex de Sallèles-Cabardès au microscope pétrographique montrent une texture de microcriptoquartz (70%) avec des cémentations de calcédoine d'élongation négative esphérulitique et botroïdale (19%). Les composants carbonatés sont constitués exclusivement par micrite et les oxydes métalliques sont très rares (1%).

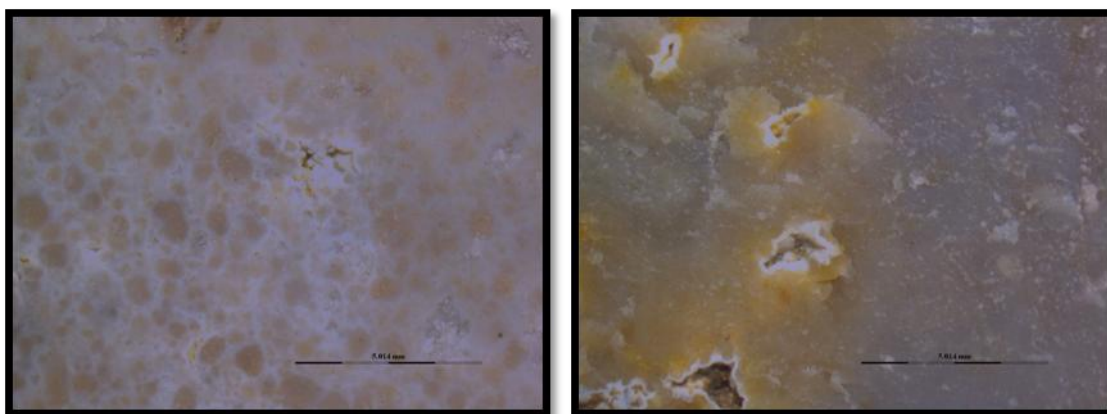
Plus proche de la Montage Noire, au sud de Salsigne (Aude) ont été retrouvés des blocs décimétriques, de teinte grise ou brun clair translucide et d'aspect hétérogène. Les cortex sont grenus et très irréguliers (Briois 2005 : 19). La texture des silex récoltés à Salsigne est similaire à celle des autres silex, avec des inclusions d'oxydes métalliques et des débris carbonatés, mais avec aucune référence à l'existence de contenu micropaléontologique.

Au microscope pétrographique les silex de Salsigne présentent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (77%) avec de la calcédoine d'élongation négative comme cémentation de première génération (14%) et de megaquartz comme cémentation de deuxième génération (3%) (figs. 128 et 129). La micrite est le seul composant carbonaté observé (6%) et les oxydes métalliques sont presque absents.



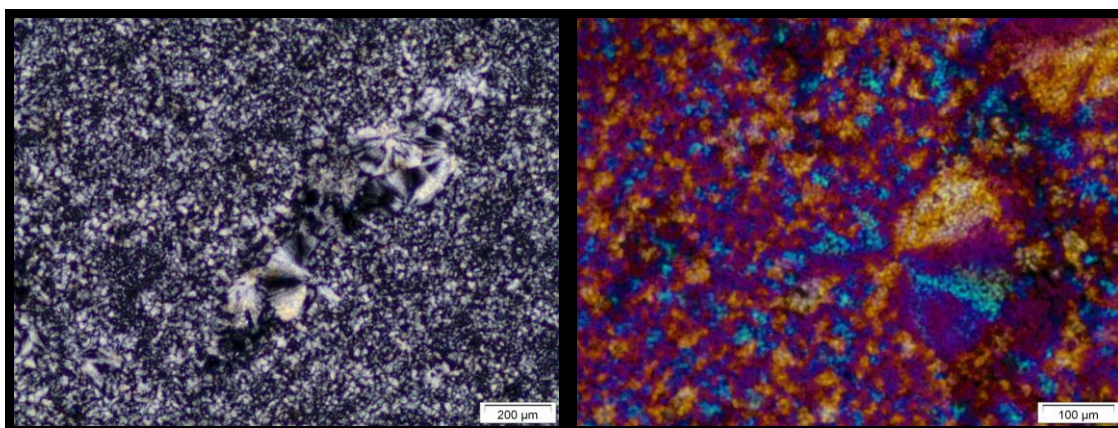
**Figs. 128 et 129** – Vu au microscope pétrographique en lumière polarisée de la texture de ces silex.

À Cenne-Monestiés (Aude), près de la Montagne Noire, affleurent aussi les calcaires du Thanétien avec des silex. Dans ce cas, le silex est « grenu, opaque et de teinte gris à gris bleuté » (Briois 2005 : 19). On n'a pas identifié d'éléments bioclastiques dans ce silex, qui présente une texture de type *wackestone* avec des recristallisations, des inclusions d'oxydes métalliques et débris carbonatés (figs. 130 et 131).



**Figs. 130 et 131** – Photographies de la texture des silex du Thanétien (à gauche texture vacuolaire ; à droite recristallisation) (vues à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au microscope pétrographique les silex de Cenne-Monestiés présentent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (80-91%) (fig. 132). Comme cémentations de première génération au remplissage des porosités, on retrouve des sphérulites de calcédoine d'élongation négative (9%) (fig. 133) et une mosaïque subeuhedral de megaquartz comme cimentation de seconde génération (4%).



**Figs. 132 et 133** – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée du mosaïque de microcriptoquartz avec des cémentations de calcédoine (gauche) et d'une sphérulite de calcédoine d'élongation positive avec lumière polarisée et compensateur (droite).

## 5.4.3.5 Les silex du Tertiaire : Eocène

Dans la partie nord du Massif des Corbières, les silex de l'Éocène sont représentés dans les chailles de l'Yprésien de la crête du Sire ou des Escudines à Montlaur, au sein du massif de l'Alaric (Briois 2005 : 17). Sur le versant méridional de la Montagne Noire, on retrouve des silex dans les calcaires du Cuisien de Ventenac-Cabardès, Caunette Basse et Moussoulens (Aude) (Briois 2005 : 19). Ces silex, d'une coloration généralement grisâtre (fig. 134), présentent une texture du type *wackestone* avec des inclusions d'oxydes métalliques et débris carbonatés (fig. 135). Nous n'avons pas identifié dans les échantillons analysés de contenu micropaléontologique, mais Briois a noté que ces silex « contiennent des carapaces d'ostracode, de possibles foraminifères à test arénacé et divers bioclastes indéterminables » (Briois 2005 : 19). Peut-être qu'il s'agit d'une diversité existant en fonction de l'affleurement.



**Figs. 134 et 135** – Fragments de silex récupérés à Moussoulens (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture de ces silex (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Dans le nord-est du département de l'Hérault, plusieurs gîtes à silex ont été repérés, celui de Damieux, à Saint-Martin-de-Londres étant le gîte le plus connu, car est le plus riche en accidents siliceux. Le silex affleure dans des formations de calcaires, de marnes et d'argiles de l'Eocène moyen (Lutétien), en forme de blocs, bancs et des niveaux à morphologies et dimensions variées. Trois faciès à silex ont été distingués, les trois ayant été exploités pendant la Préhistoire (Grégoire *et al.* 2009 : 186 – 188). De qualité assez différente, les silex sont généralement gris, beiges ou bruns, translucides à opaques et régulièrement recouverts d'une patine blanche partielle. La texture est généralement de type *mudstone* à *wackestone* avec des inclusions d'oxydes métalliques et de débris carbonatés. Des éléments bioclastiques n'ont pas été reconnus.

#### 5.4.3.6 Les silex du Tertiaire : Oligocène

Dans le Massif des Corbières, le gîte de Montpézat, près de Roquefort–des-Corbières est le seul point d’affleurement localisé dans les formations de l’Oligocène supérieur contenant du silex. Le silex y affleure sur deux niveaux de calcaire lacustre jaunâtre. Le niveau inférieur est constitué de plaquettes et de lentilles de silex jaune-miel et le niveau supérieur est composé de gros blocs aux formes variées de silex brun et gris. Sur cet affleurement, de nombreuses traces d’exploitation du gîte au cours de la Préhistoire sont visibles (Grégoire *et al.* 2009 : 185).

Ce type de silex est à grain très fin, translucide, avec une structure homogène et une texture du type *mudstone* contenant quelques restes d’oogones de characées et quelques bioclastes dont de possibles fragments de coquilles d’ostracodes (Briois 2005 : 17).

#### 5.4.3.7 Les silex du Tertiaire : Miocène

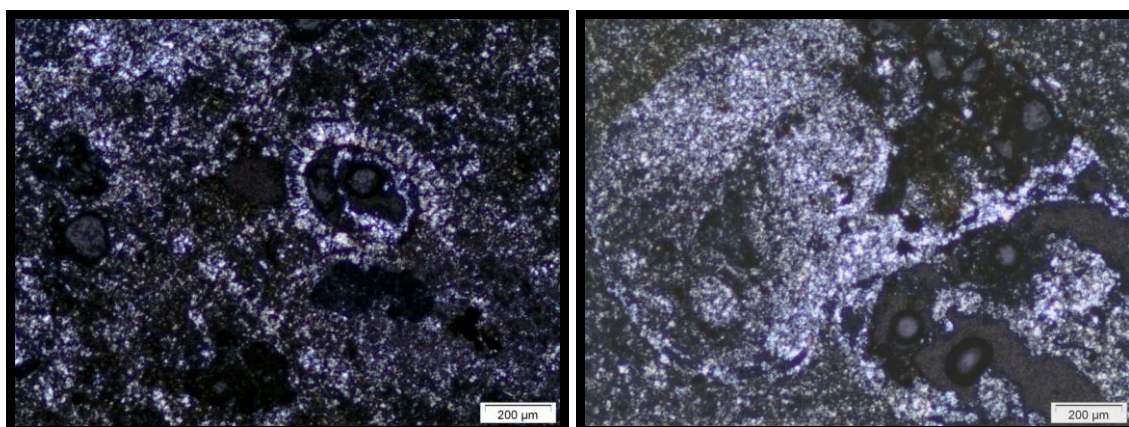
Dans le Massif des Corbières, les formations sédimentaires du Miocène inférieur contiennent plusieurs affleurements de silex dans l’Aquitaniens. Les gîtes apparaissent de manière discontinue dans le bassin de Sigean en fonction de la topographie et quelques affleurements sont associés à des industries préhistoriques. Certains petits reliefs contenant des silicifications sont très proches du niveau actuel de la mer. D’autres doivent exister sous l’actuel étang de Bages-Sigean. On peut observer des niveaux de silex en place au sud de Bages, sur la presqu’île du Doul à Peyrac-de-Mer, à l’ouest de Portel des Corbières, au Pech Mahon à Sigean et jusqu’au nord de Roquefort-des-Corbières.

Les silex forment de petits rognons, de lentilles et plus rarement des plaquettes d’épaisseur centimétrique, pris dans un calcaire compact. Leur coloration va du brun moyen au noir, ils sont opaques et le cortex est de teinte blanchâtre (Briois 2005 : 17-18) (fig. 136). La texture est du type *wackestone* avec des inclusions d’oxydes métalliques, de débris carbonatés et, dans quelques échantillons, il a été possible d’observer des restes de matière organique. Le contenu micropaléontologique est représenté par de nombreux charophytes (tiges et oogones), associées à des gastéropodes.



**Fig. 136** – Nodule de silex récupéré à Portel des Corbières. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Au microscope pétrographique ces silex montrent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (85%). Dans quelques échantillons ont été observées des sphérulites de calcédoine d'élongation négative comme cimentation de première génération (3%). Les composants carbonatés sont constitués par de la micrite et des nombreux charophytes, gastéropodes et ostracodes (figs. 137 et 138) (10%). Les oxydes métalliques varient en fonction de l'échantillon (1-3%) et aussi les grains anguleux de quartz clastique (1-2%).



**Figs. 137 et 138** – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée d'une section de charophyte (gauche) et d'un gastéropode (droite).

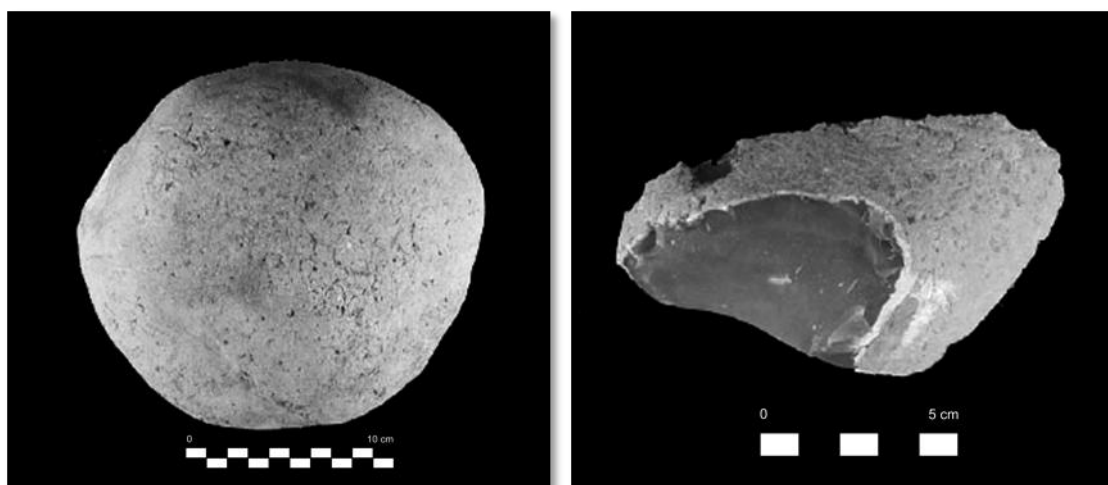
#### 5.4.3.8 Les gîtes secondaires des Costières du Gard

Les Costières du Gard sont constituées de formations du Pliocène terminal, marines à la base puis lagunaires et enfin continentales et détritiques dans la partie sommitale. À

quelques kilomètres au sud-est de Nîmes, les Costières du Gard représentent une entité géographique bien individualisée à l'est de la plaine littorale languedocienne.

Les silex des Costières du Gard présentent une très grande diversité de faciès. En fait l'unité du silex est donnée par le cortex, généralement siliceux, de couleur ocre plus ou moins régulier et dans la plupart des cas assez fin (figs. 139 et 140). Ce néocortex alluvial se caractérise par la présence de nombreuses microgéodes de quartz sur sa surface et par des formes d'altérations superficielles. Des patines antérieures, à l'aspect rubéfié, sont présentes sur certains galets. Sous ce cortex se cachent plusieurs types de silex aux couleurs variées, allant du marron au gris très foncé et de l'opaque au translucide. La texture est toujours fine quel que soit le faciès. Une zonation sous-corticale parallèle est présente sur la plupart des types et constitue également une caractéristique de ces silex (Grégoire *et al.* 2009 : 190). Les seuls éléments figurés qui ont pu être identifiés sont les gastéropodes, visibles à l'œil nu, sur certains types (Grégoire et Bazile 2005 : 415).

Les Pyrénées orientales, comme nous l'avons exposé au début de cette section, constituent un espace géographique avec des silicifications de très bonne qualité, notamment présentes dans les silex du Tertiaire. Les caractéristiques, très similaires à la loupe binoculaire, des différentes silicifications du Tertiaire ne permettent pas d'établir de traceur lithologique précis. Bien que les silex des Costières du Gard, soient issus de gîtes secondaires dont l'origine reste inconnue à ce jour, ils possèdent des particularités suffisantes pour pouvoir être définis comme de vrais traceurs lithologiques.



**Figs. 139 et 140** – Galet et éclat des silex des Costières du Gard. Source : Grégoire *et al.* 2009 : 191. Modifiée.



## 5.5 Les traceurs lithologiques des Pyrénées et leur présence dans les sites magdaléniens des Pyrénées centre-orientales

Dans cette section nous nous intéressons plus particulièrement à la diffusion de ces silicifications pendant le Magdalénien, selon ce qui est mentionné dans la littérature scientifique.

Nous n'avons pas considéré comme traceurs lithologiques le silex Bleu du Danien, présent dans les Pyrénées centrales ni les silex tertiaires lacustres du Massif des Corbières, dans les Pyrénées orientales, car ces silex ont les mêmes caractéristiques à la loupe binoculaire que des silex tertiaires du bassin de l'Èbre ou des Prépyrénées sur le versant sud. Nous n'avons réservé l'appellation de traceur lithologique qu'à de silex qui présentent des caractéristiques exclusives à la loupe binoculaire dont la discrimination avec des autres silex est toujours possible.

### 5.5.1 Traceurs lithologiques des Pyrénées occidentales

#### 5.5.1.1 Le silex d'Audignon (Chalosse)

Les silex de Chalosse et plus précisément les échantillons contenant les microfossiles du type *Lepidorbitoides* sp. (présents dans les gîtes d'Audignon) ont été largement exploités et diffusés non seulement au sein de l'aire Aquitaine, mais aussi dans les Pyrénées et dans les secteurs limitrophes (fig. 141). Chalard *et al.* (2010) soulignent la présence des silex de Chalosse dans les niveaux du Magdalénien moyen de Brassempouy (Landes), Labastide (Hautes-Pyrénées), Enlène (Montesquieu-Avantes, Ariège) et Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude), dans le Magdalénien supérieur de Narrosse (Landes), Massat (Ariège), La Vache (Alliat, Ariège) et Les Églises (Ussat, Ariège) et encore dans les niveaux du Magdalénien moyen et supérieur de Duruthy (Sorde-l'Abbaye, Landes), Isturitz (Saint Martin d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques) et Troubat (Hautes-Pyrénées). La présence de ce traceur lithologique a été aussi constatée dans les ateliers à silex du Flysch d'Hibarette (Barragué *et al.* 2001). M. Langlais mentionne aussi la présence de ce traceur dans le Magdalénien de Montespau (Ganties, Haute-Garonne) (Langlais 2007).

Tarriño (2001) cite la présence possible de silex de type Chalosse parmi les matériaux étudiés (Magdalénien, Solutréen et Gravettien) sur le site archéologique d'Antoliñako Koba, en Biscaye (Pais Basque, Espagne) (Tarriño 2001 : 196), sans préciser à quelle étape du Paléolithique supérieur ils pourraient se rattacher.

Ainsi, on peut observer la large diffusion du silex à *Lepidorbitoides* sp. de Chalosse dans l'ensemble des Pyrénées, non seulement dans la partie atlantique, mais aussi jusque dans les Pyrénées orientales. Leur présence dans le Magdalénien moyen de Gazel fait penser qu'il fut aussi transporté dans d'autres sites du Languedoc (Langlais et Sacchi 2006).

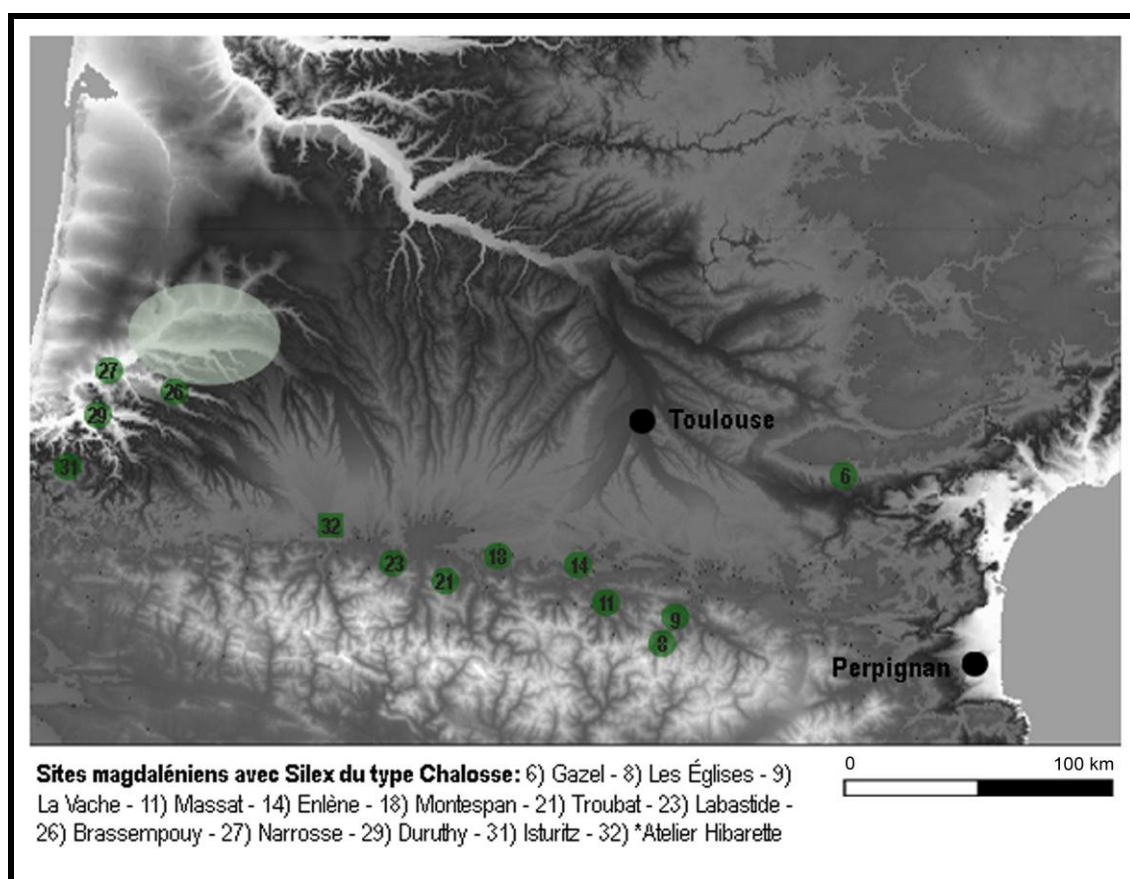


Fig. 141 – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex Chalosse sur le versant nord des Pyrénées.

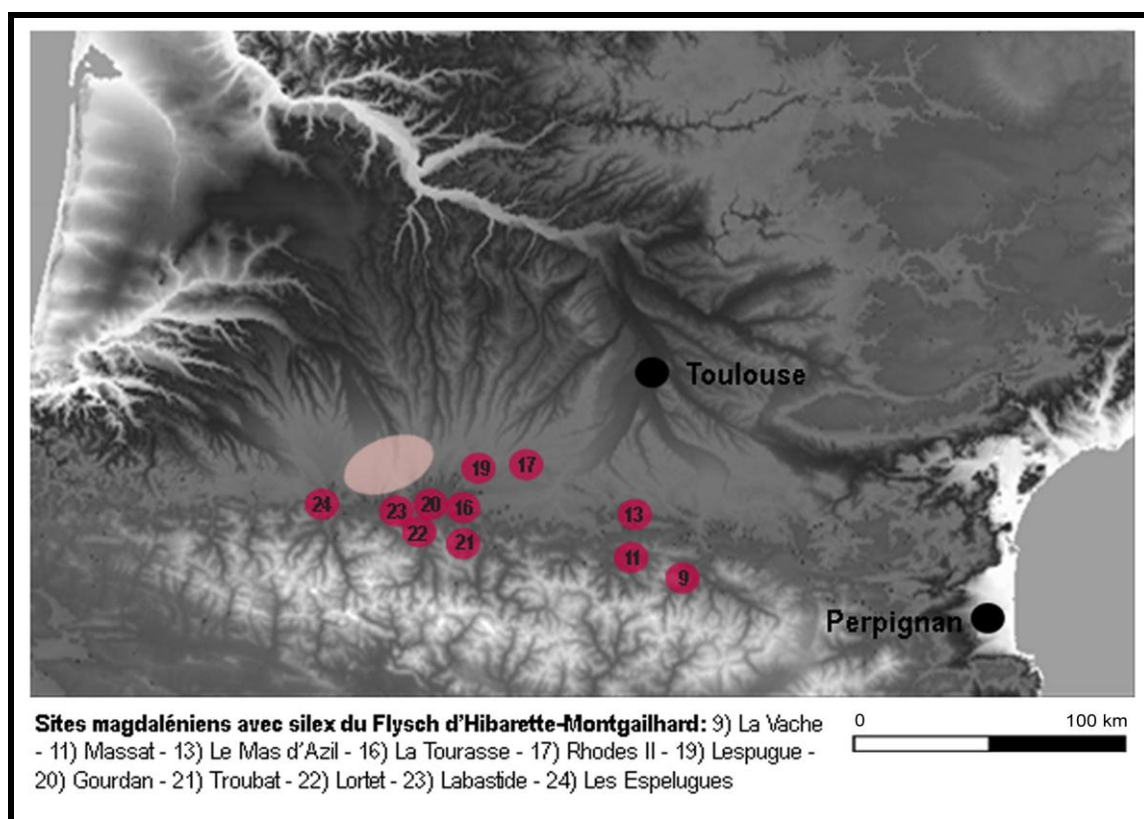
## 5.5.2 Traceurs lithologiques des Pyrénées centrales

### 5.5.2.1 Le silex du Flysch d'Hibarette – Montgaillard

Le silex du Flysch d'Hibarette – Montgaillard se retrouve dans presque tous les principaux sites magdaléniens des Pyrénées centrales dans des proportions qui varient

en fonction de l'éloignement du site par rapport au gîte (fig. 142). Ainsi, ce type de silex a été reconnu dans les niveaux magdaléniens des sites suivants : Les Espelugues ( Lourdes, Hautes-Pyrénées), Labastide (Hautes-Pyrénées), Lortet (Hautes-Pyrénées), Gourdan (Gourdan-Polignan, Haute-Garonne), Lespugue (Haute-Garonne), La Tourasse (Saint-Martory, Haute-Garonne), Massat (Ariège), Le Mas d'Azil (Ariège), Rhodes II (Aurignac, Ariège), La Vache (Alliat, Ariège) et Troubat (Hautes-Pyrénées) (Barragué *et al.* 2001 : 54).

La diffusion de ce silex est presque toujours localisée à l'est des gîtes (à l'exception de Les Espelugues, à Lourdes). À Troubat (Hautes-Pyrénées), le silex du Flysch de Montgaillard tient une place importante dans l'industrie lithique, représentant plus de 20% dans les niveaux du Magdalénien supérieur (Lacombe 1999).



**Fig. 142** – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex du flysch d'Hibarette-Montgaillard sur le versant nord des Pyrénées.

#### 5.5.2.2 Les silex de Montsaunès – Ausseing et du Paillon

La diffusion de ces types de silex dans les sites magdaléniens des Pyrénées n'a pas fait l'objet d'une étude trop approfondie. Néanmoins, on répertorie la présence de ces

silicifications dans les niveaux magdaléniens de La Vache (Alliat, Ariège), où ces silex sont dominants, dans le Magdalénien final de Massat (Ariège) et à la Grotte des Églises (Ussat, Ariège) (Simonnet 1999). La présence de ces traceurs a été aussi observée à la grotte d'Enlène (Montesquieu-Avantes, Ariège) (fig. 143), et S. Lacombe a souligné les fortes similitudes de ces traceurs avec le silex du Bergeracois (Lacombe 1998). Peut-être que des silex de Montsaunès-Ausseing et/ou du Paillon ont été considérés un peu rapidement comme des silex du Bergeracois.

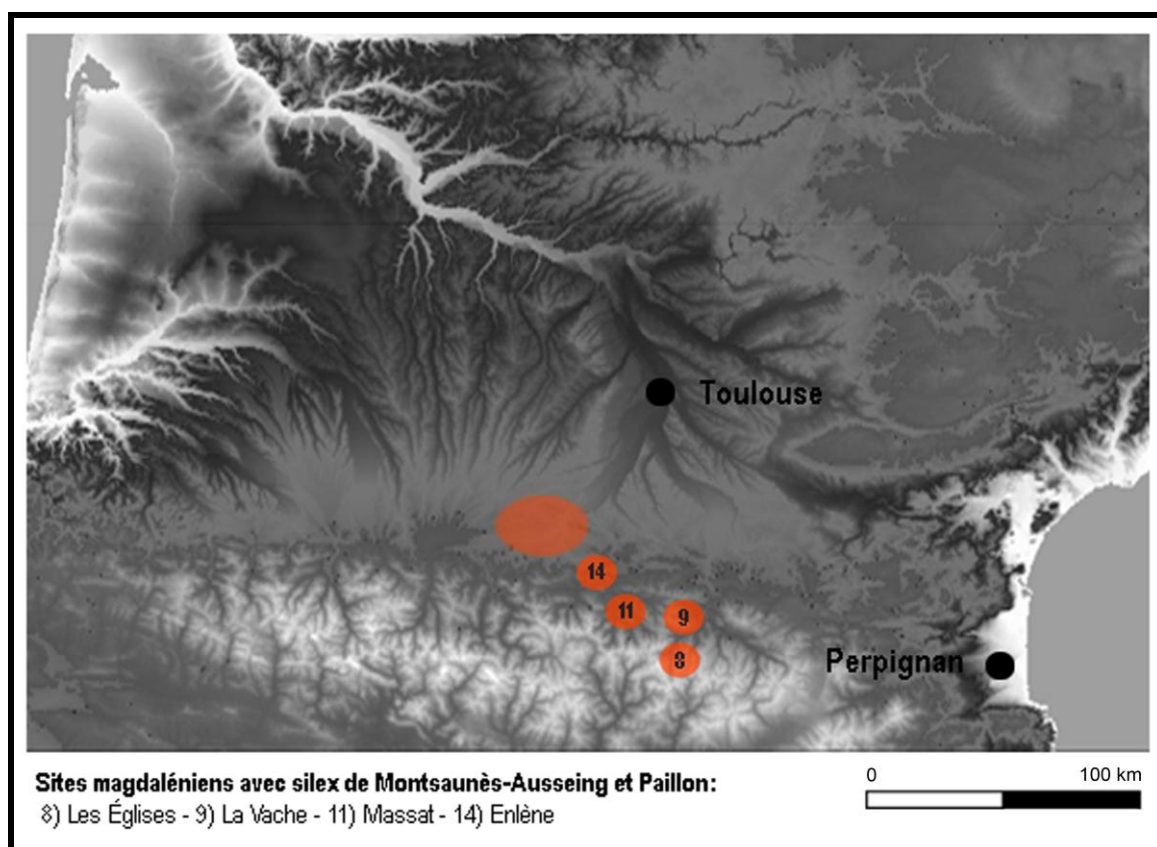


Fig. 143 – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex de Montsaunès-Ausseing et du Paillon sur le versant nord des Pyrénées.

### 5.5.3 Traceurs lithologiques des Pyrénées orientales

#### 5.5.3.1 Les silex des Costières du Gard

Au Magdalénien, le silex des Costières du Gard semble connaître son expansion maximale. On le retrouve dans les séries magdaléniennes du versant nord des Pyrénées (fig. 144) comme la Crouzade (Gruissan, Aude), où le silex type « Costières » est représenté par une lame corticale cassée, un éclat de galet épais à dos cortical, deux

lames et un fragment de nucléus. À la couche C3 du Magdalénien moyen de la grotte des Conques (Vingrau, Pyrénées-Orientales) ce silex, tout d'abord défini comme silex d'origine indéterminée, a été attribué à la source « Costières » après réexamen (Grégoire et Bazile 2005 : 416-418).

M. Langlais indique la présence de quelques galets provenant des Costières du Gard dans le site magdalénien du Rec del Penjat (Vingrau, Pyrénées-Orientales), les sources étant à 150 km du site (Langlais 2007 : 142), à la couche II de Canecaude (Villadonnel, Aude), datée du Magdalénien moyen, au Crès (Béziers, Hérault) et encore à Belvis (Belvis, Aude) (Langlais 2007).

Ainsi, en l'état actuel des travaux, le silex des Costières du Gard semble avoir été diffusé au Magdalénien jusque dans les zones de piémont pyrénéen (Belvis et les Conques), en suivant un axe Ouest-Est (Grégoire et Bazile 2005 : 418).

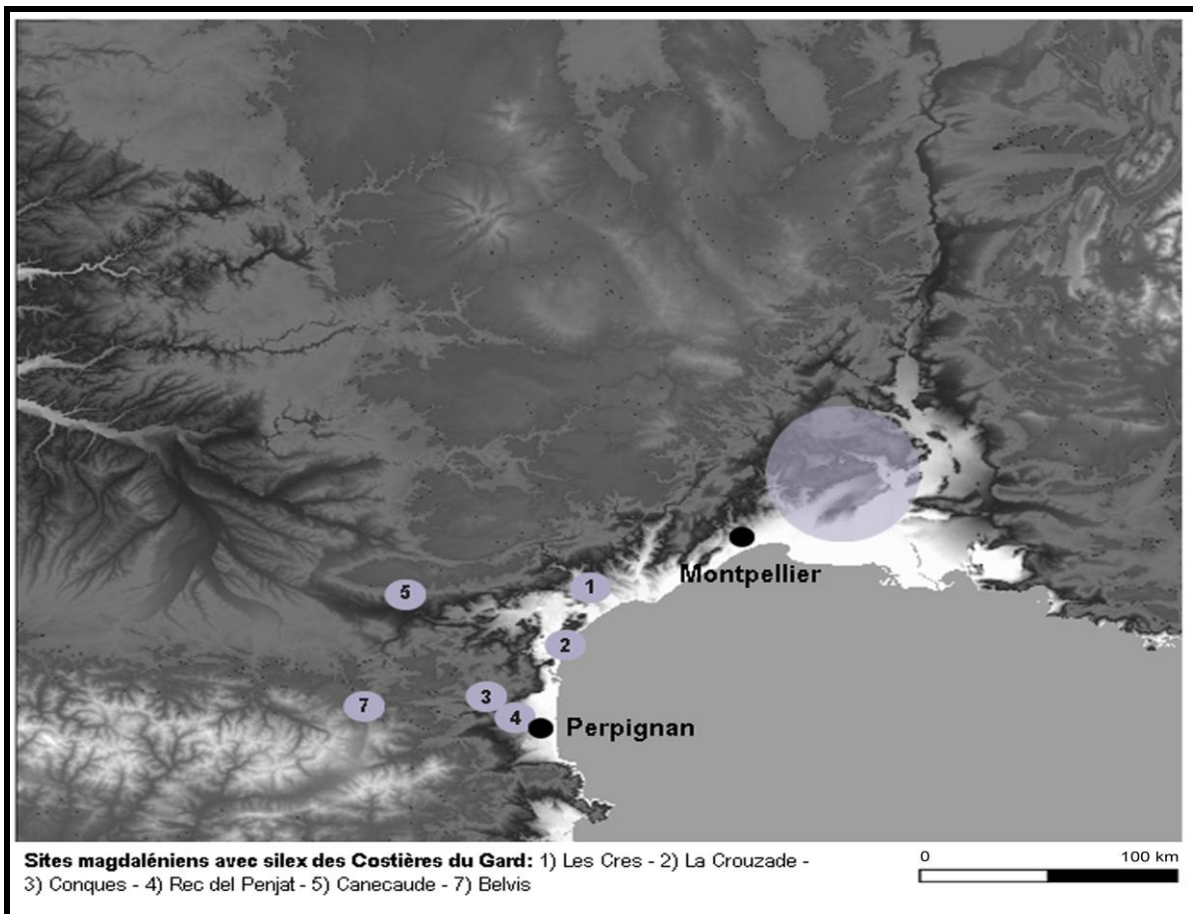


Fig. 144 – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex des Costières du Gard sur le versant nord des Pyrénées.

#### 5.5.4 D'autres traceurs lithologiques

##### 5.5.4.1 Les silex du Bergeracois

Les premières mentions du silex dénommé silex Bergeracois remontent au XIX<sup>ème</sup> siècle et sont dues au géologue C. Des Moulins et au préhistorien l'Abbé L. Landesque. Ces silex, avec une présence attestée bien au-delà de l'agglomération de Bergerac, ne se trouvent pas dans les formations crétacées en place, mais dans des altérites recouvrant les calcaires du sommet de l'étage. Le silex du Bergeracois est l'un des traceurs les plus connus des préhistoriens, pourtant son origine stratigraphique, sa composition minéralogique et sa nature pétrographique posent encore des problèmes (Fernandes *et al.* 2012 : 22).

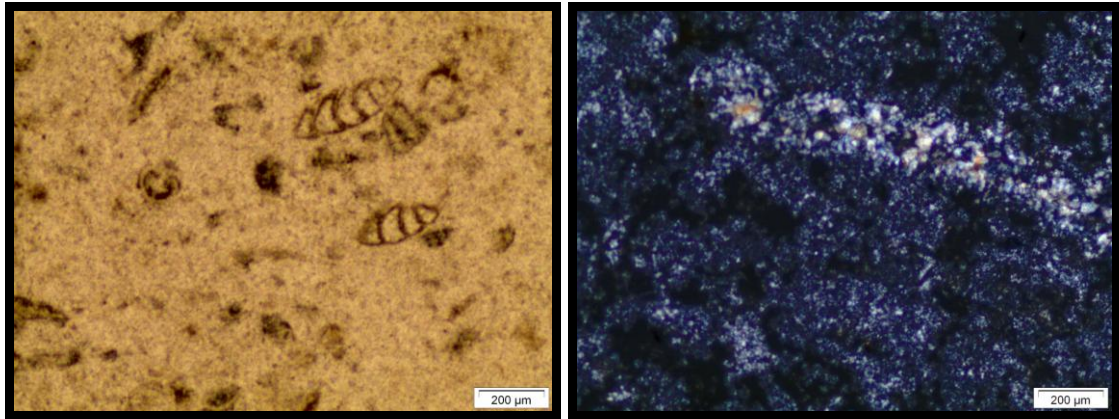
Néanmoins, il existe des caractéristiques communes à tous les silex du Bergeracois (fig. 145). Il s'agit de textures *packstones* pelleteïdes. La microfaune est essentiellement benthique et certains de ces silex sont caractérisés par l'abondance des *Orbitoides media* (fig. 146). On observe aussi un certain nombre de *Fallotia*. Associés aux foraminifères, on trouve un grand nombre de thalles de dasycladacées, de fragments de bryozoaires, de bivalves, de polypiers et d'échinides. Dans quelques cas ont été observés des spicules. Les *Lepidorbitoides minor* n'ont pas été identifiés (Fernandes *et al.* 2012 : 23).



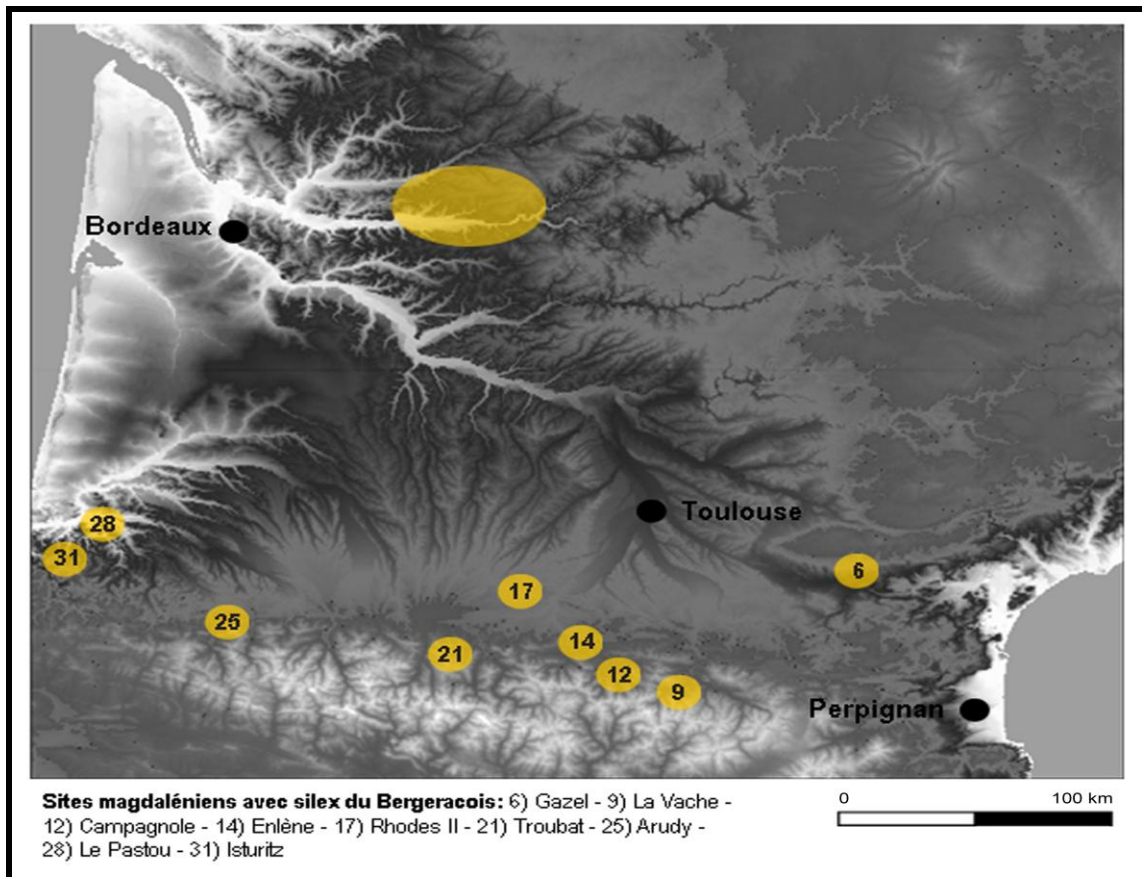
**Figs. 145 et 146** – Deux fragments de silex du Bergeracois (gauche) et vu à la loupe binoculaire de deux *Orbitoides media* d'un silex du Bergeracois (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Les lames minces de ces silex montrent une mosaïque de microcriptoquartz comme texture principale (75%) avec des cémentations de calcédoine d'élongation négative au remplissage d'anciennes porosités. Des spicules siliceux d'éponge ont aussi été identifiés. Les composants carbonatés (7-18%) sont constitués de micrite et des

éléments bioclastiques en processus de silicification (*Orbitoides media* et d'autres foraminifères) (figs. 147 et 148). Les oxydes métalliques sont aussi représentés en pourcentages variables (2-10%) ainsi que les composants terrigènes (grains arrondis de quartz détritique) (0-4%). Dans quelques échantillons a été observée une porosité primaire de type intergranulaire.



**Figs. 147 et 148** – Vu des foraminifères au microscope pétrographique en lumière ordinaire (gauche) et d'un possible *Orbitoides* silicifié en lumière polarisée (droite).

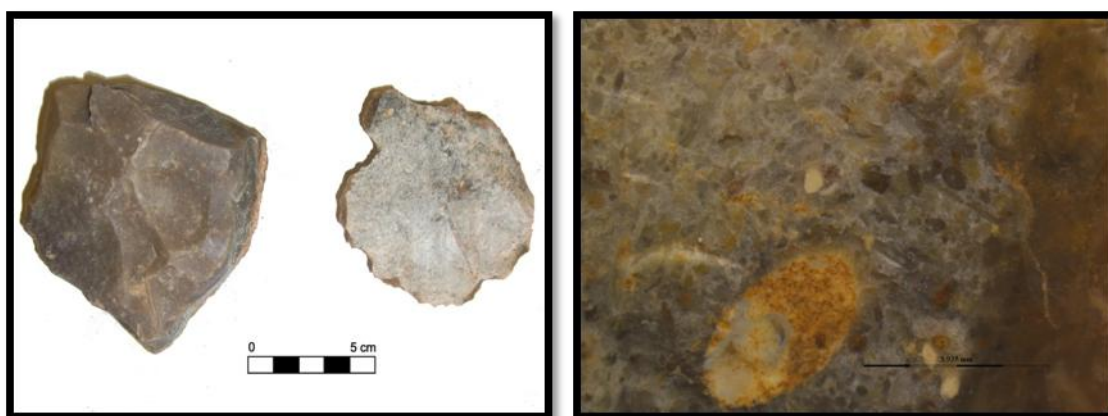


**Fig. 149** – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex Bergeracois sur le versant nord des Pyrénées.

La qualité très exceptionnelle de ces silex, leur formes régulières peu contournées et les importantes dimensions de ces rognons, plaquettes et dalles ont permis à peu près tous les types de productions et ce silex a été exploité systématiquement pendant quasiment toute la Préhistoire (à exception du Mésolithique). Ainsi, on le retrouve dans beaucoup des sites magdaléniens des Pyrénées (fig. 149) comme Le Pastou (Sorde-l'Abbaye, Landes), Isturitz (Saint Martin d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques), Arudy (Pyrénées-Atlantiques), Troubat (Hautes-Pyrénées), Campagnole (Massat, Ariège), Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège), Rhodes II (Aurignac, Ariège), La Vache (Alliat, Ariège) et Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude) (Fernandes *et al.* 2012 : 25).

#### 5.5.4.2 Les silex « Grain de Mil »

Ce type de silex particulier a été dénommé ainsi par R. Simonnet à cause de l'altération due à une apparence grenue. Il avait ainsi décrit ces silex lors de l'analyse du matériel du Magdalénien de la grotte des Églises : « type de silex véritable traceur dans le Paléolithique supérieur, dont l'altération révèle une forte densité de fossiles, entiers ou fragmentés, suggérant au premier coup d'œil une sorte d'amas de petits grains de mil. Il s'agit d'une bouille de bryozoaires. On remarque aussi de petits foraminifères benthiques et des algues » (Simonnet *et al.* 2007 : 101) (figs. 150 et 151).



**Figs. 150 et 151** – Fragments de silex Grain de Mil (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture de ces silex (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées.

Les gîtes ont été localisés au sud et à l'ouest de Jonzac, notamment sur les communes d'Ozillac (Chalon) et de Bois. Les blocs ont été retrouvés en surface ou dans des poches de sédiments meubles, sans être à proprement parlé des altérites, surmontant semble-t-il



une craie marneuse allant du Coniacien au Campanien et affleurant sur une étroite bande (Simonnet *et al.* 2007 : 102).

La présence de ce traceur lithologique a été soulignée dans les couches magdaléniennes de Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude), La Vache (Alliat, Ariège), Rhodes II (Aurignac, Ariège), Les Églises (Ussat, Ariège), Enlène (Montesquieu-Avantes, Ariège), Mas d'Azil (Ariège), Marsoulas (Haute-Garonne), Bédeilhac (Bédeilhac-et-Aynat, Ariège), Labastide (Hautes-Pyrénées), Gourdan (Gourdan-Polignan, Haute-Garonne) (Simonnet *et al.* 2007 : 102), Isturitz (Saint Martin d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques), Belvis (Belvis, Aude), Bourouilla (Arancou, Pyrénées-Atlantiques) (Langlais 2007) et Troubat (Hautes-Pyrénées) (Lacombe 1998) (fig. 152).

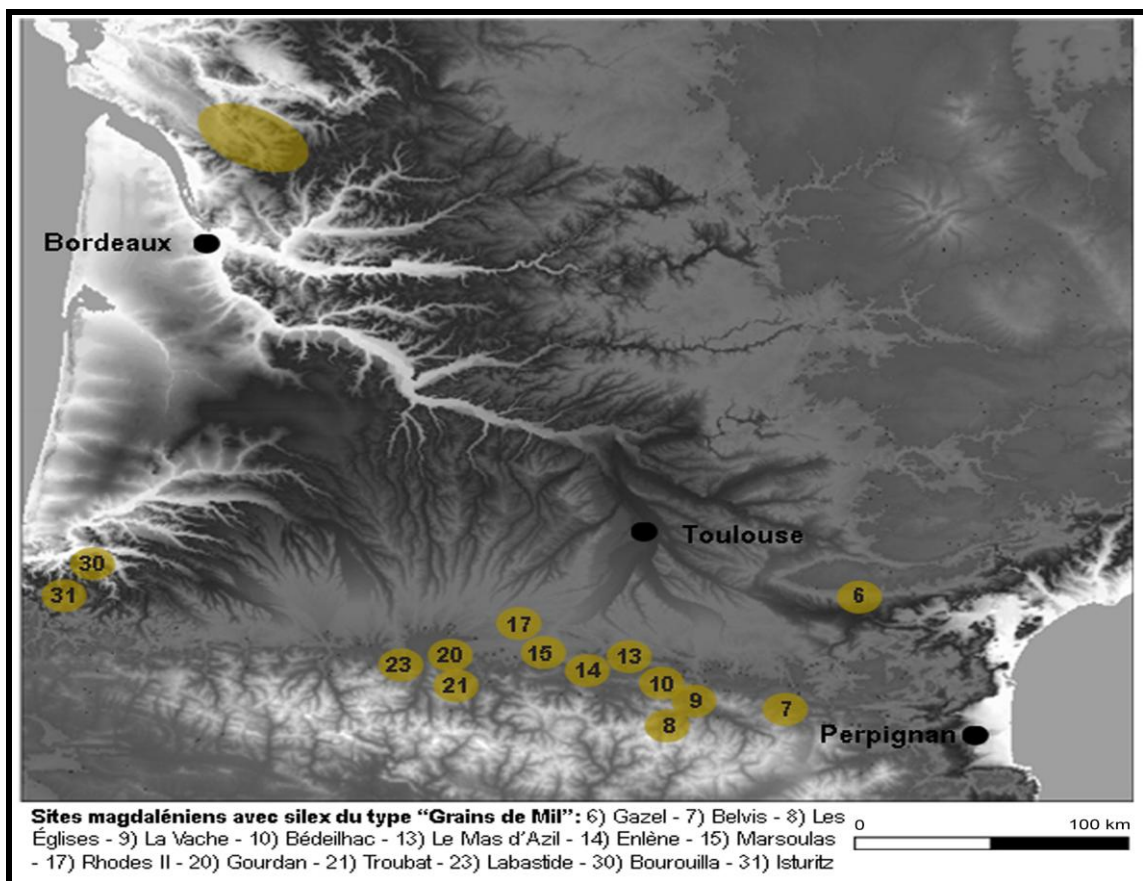


Fig. 152 – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex du type « Grain de Mil » sur le versant nord des Pyrénées.

## 5.6 Conclusions

Dans ce qui suit, nous aimerions discuter les fits rapportés tout au long de ce chapitre précédent. Nous avons concentré notre attention sur la description des principales

silicifications affleurant dans les trois régions pyrénéennes différenciés : les Pyrénées occidentales, les Pyrénées centrales et les Pyrénées orientales, pour ensuite aborder la question des principaux traceurs lithologiques et de leur présence dans les sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées.

Le but n'a pas été de conduire une approche approfondie de la présence de ces traceurs lithologiques dans tous les dépôts magdaléniens du versant nord des Pyrénées, mais d'offrir une approche générale de la répartition de ces traceurs dans l'aire géographique qui nous concerne, en prenant en compte les travaux les plus remarquables qui ont abordé cette question. Pour cela, certains sites magdaléniens et leur étude archéopetrologique ne sont pas présents dans cette étude.

De même, ni tous les traceurs lithologiques documentés dans les sites archéologiques mentionnés ni ceux affleurant en-dehors de l'aire d'étude proprement dite n'ont été pris en compte dans ce travail de recherche. Seuls les silex du Bergeracois et du type « Grain de Mil » ont été abordés à cause de leur haute fréquence dans les ensembles archéologiques. D'autres traceurs, comme le silex du Fumélois, les Jaspéroïdes ou le silex du Verdier, présents dans les couches magdaléniennes de certains sites étudiés ont été écartés à cause de leur faible présence dans le registre archéologique. L'étude que nous avons conduite nous a permis d'acquérir une connaissance plus précise concernant les principales silicifications qui affleurent au versant nord des Pyrénées, leurs localisations, leurs caractéristiques ainsi que sur la diffusion des silex que nous avons identifiés comme des traceurs lithologiques. Les silex du Tertiaire des Pyrénées centrales (silex « Bleu » du Danien) et les silex lacustres du Massif des Corbières ne sont pas inclus dans cette catégorie de traceurs, car à l'échelle macroscopique il est difficile de trouver des éléments caractéristiques permettant les différencier d'autres silicifications similaires. Ainsi, le silex « Bleu » du Danien présente, à l'aide de la loupe binoculaire, les mêmes caractéristiques que les silex garumniens du versant sud des Pyrénées, et les silex lacustres du Massif des Corbières sont largement assimilés aux silicifications du bassin de l'Èbre et à leur contact avec les Pyrénées centre-orientales.

Dans la carte suivante (fig. 153) nous avons essayé d'intégrer la diffusion des différents traceurs lithologiques caractérisés entre les sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées, en considérant l'information fournie par la littérature scientifique. L'analyse détaillée de cette carte permet d'observer une voie de diffusion qui semble s'étendre

d'Ouest en Est, couvrant une grande partie de l'aire pyrénéenne, sauf dans le cas des silex des Costières du Gard, dont la distribution est limitée aux sites les plus orientaux du versant nord-pyrénéenne.

Les silex dont les affleurements sont situés dans la partie la plus septentrionale (silex du Bergeracois –E- et silex du type « Grain de Mil » -F-) constituent les cas les plus remarquables de diffusion. Ces silex sont distribués depuis les Pyrénées occidentales (Bourouilla et Isturitz, par exemple) jusqu'aux Pyrénées orientales (Gazel, par exemple, mais aussi Belvis, dans la partie la plus éloignée au nord de cette région pyrénéenne).

Cette diffusion vers l'Est se retrouve aussi dans la distribution des silex de Chalosse. Depuis les affleurements, situés dans les Pyrénées occidentales, ces silex arrivent dans une grande partie des Pyrénées centrales et jusqu'au site magdalénien de Belvis, dans l'aire septentrionale considérée comme les Pyrénées orientales. Un autre exemple de cette distribution vers l'Est est visible avec les silex du flysch d'Hibarette–Montgaillard, dont la présence dans les sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées est toujours restreinte à l'est des affleurements (sauf pour Les Espelugues). De plus, seule la présence des silex du Maastrichtien de Montsaunès-Ausseing et du Paillon au sud-est des centres d'affleurement est mentionnée, ce qui prouve ce flux de matières vers l'Est.

Il a été détecté une relation proportionnelle, au niveau de la distance, entre les sources de matières premières et les sites archéologiques : plus un type de silex est abondant, plus la distance par rapport au lieu d'extraction est proche et se traduit par une importation de quelques éclats et de petits rognons qui sont exploités sur place afin de produire des lames et des lamelles. De plus, les silex dont l'origine est vraiment lointaine ont été utilisés pour produire des pièces uniques non-fonctionnelles, très probablement avec le status propre d'un objet exotique.

D'un autre côté, la circulation de matières premières lithiques vers le versant sud des Pyrénées a été établie par A. Tarrío et I. Elorrieta à travers la présence de certaines pièces en silex du type Chalosse dans les matériaux analysés dans le Gravettien d'Alkerdi (Urdax, Navarre, Espagne) et de l'Aurignacien et Gravettien d'Aitzbitarte III (Landarbaso, Pays Basque, Espagne) (Tarrío et Elorrieta 2012). Sans doute, la caractérisation complète et la révision des études précédentes, en cours par I. Elorrieta, apportera des informations très intéressantes au sujet de la circulation des matières premières lithiques dans la partie occidentale des Pyrénées.

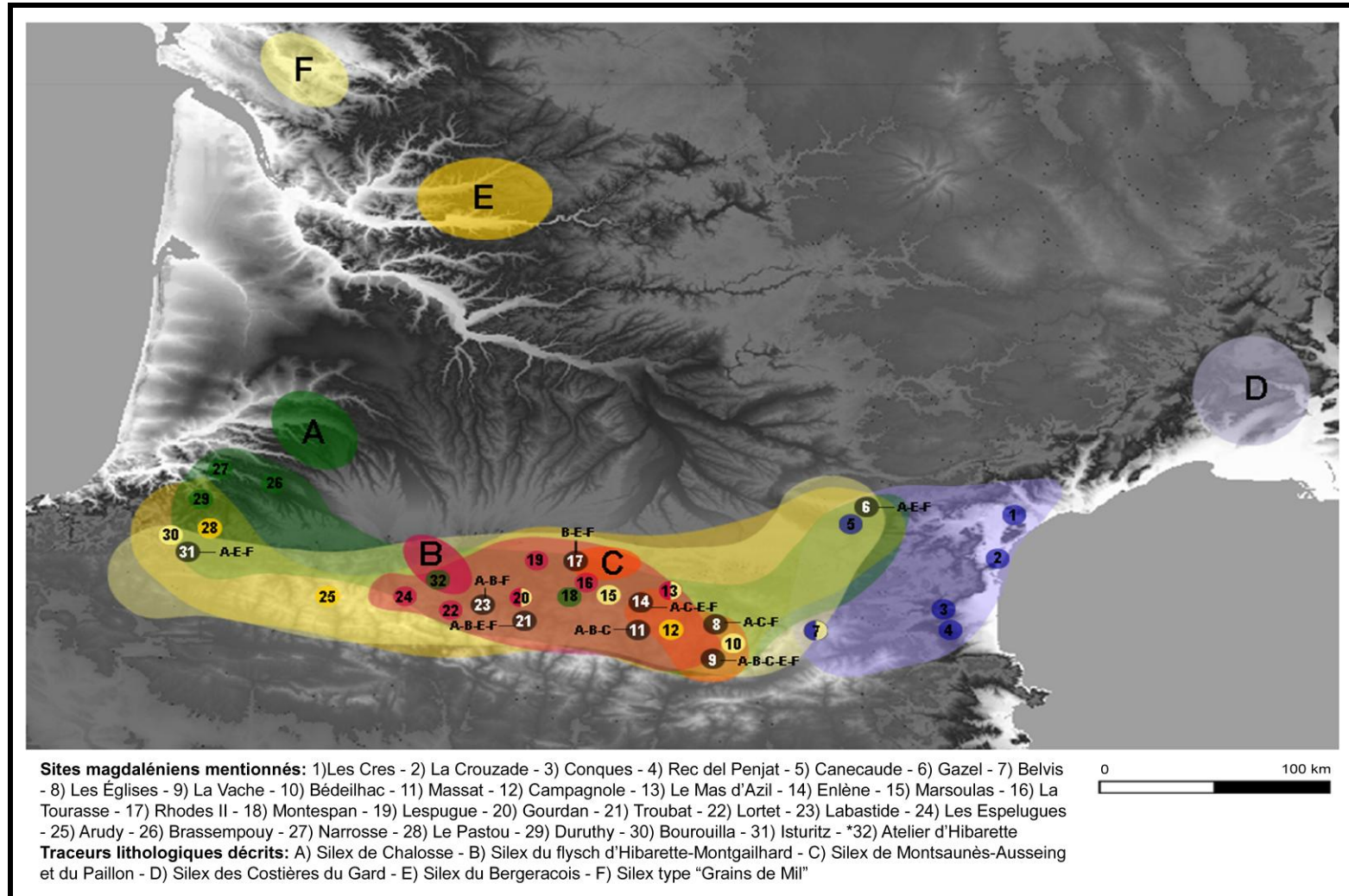


Fig. 153 – Diffusion des principaux traceurs lithologiques étudiés dans les sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées.

## 6. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE INFERIOR DEL YACIMIENTO AL AIRE LIBRE DE MONTLLEÓ (PRATS I SANSOR, LA CERDANYA)

### 6.1 El yacimiento arqueológico de Montlleó

#### 6.1.1 Localización y excavación

El yacimiento arqueológico al aire libre de Montlleó se localiza en el término municipal de Prats i Sansor, en la comarca de la Cerdanya, en el límite de la provincia de Lleida. Las coordenadas del yacimiento son 42° 21' 42'' de latitud norte y 1° 49' 29'' de longitud este.

Montlleó se sitúa a 1.134 m sobre el nivel del mar, en el lugar conocido como Coll de Saig, junto a la carretera que desde Bellver de Cerdanya lleva a Prats, y a unos 250 m de distancia del río Segre. El yacimiento se localiza alrededor de un pequeño afloramiento de conglomerados de edad postmiocena, probablemente Villafranquiense (fig. 154).

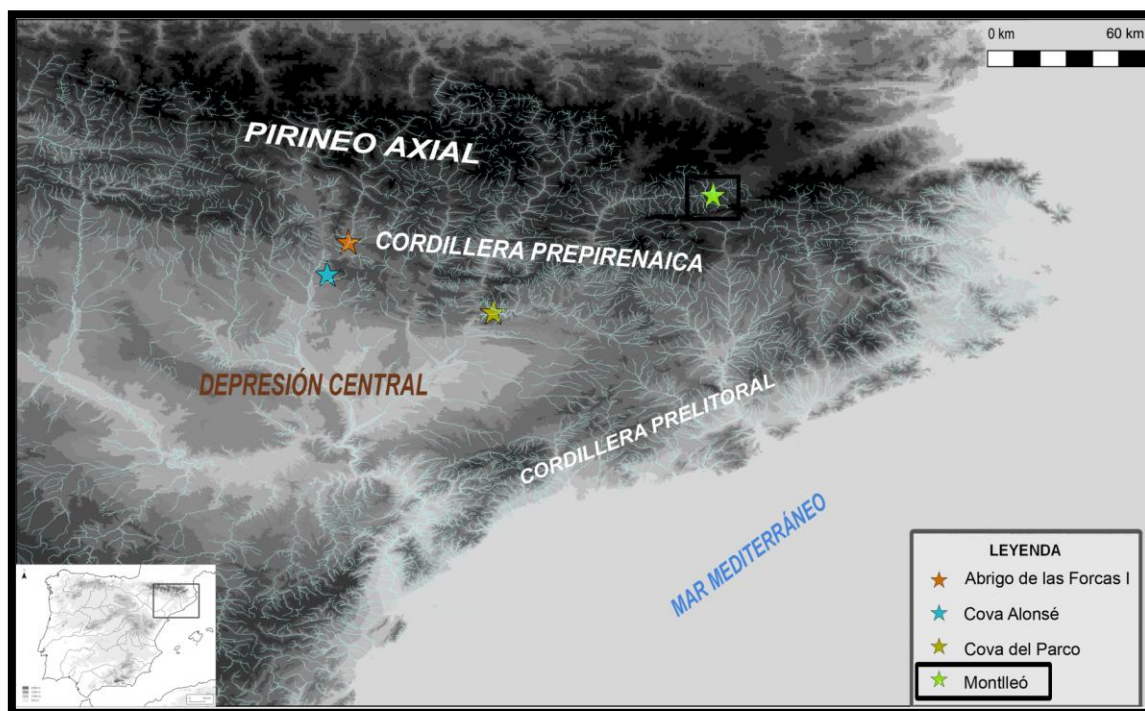


Fig. 154 – Localización del yacimiento de Montlleó en el nordeste peninsular.

El yacimiento de Montlleó se sitúa en el valle de la Cerdanya, que constituye una depresión orientada NE-SO en la parte oriental de la zona axial pirenaica. Los límites del área coinciden en parte con la comarca de la Cerdanya, dividida como consecuencia del Tratado de los Pirineos (1659) entre Francia y España.

La característica peculiar de la Cerdanya la establece su estructura natural dividida en dos unidades morfológicas diferenciadas: la montaña y el llano. La Cerdanya está envuelta por una red de macizos montañosos del Paleozoico. Entre sus cimas destacan el Puigpedrós, la Tossa o los 2.921 m del Carlit. Por la gran explanada de origen cuaternario y con una suave inclinación en dirección E-O discurre el río Segre, que nace entre las cimas del Puigmal y Finestrelles y transcurre algo más de 40 km por el valle de la Cerdanya (fig. 155).

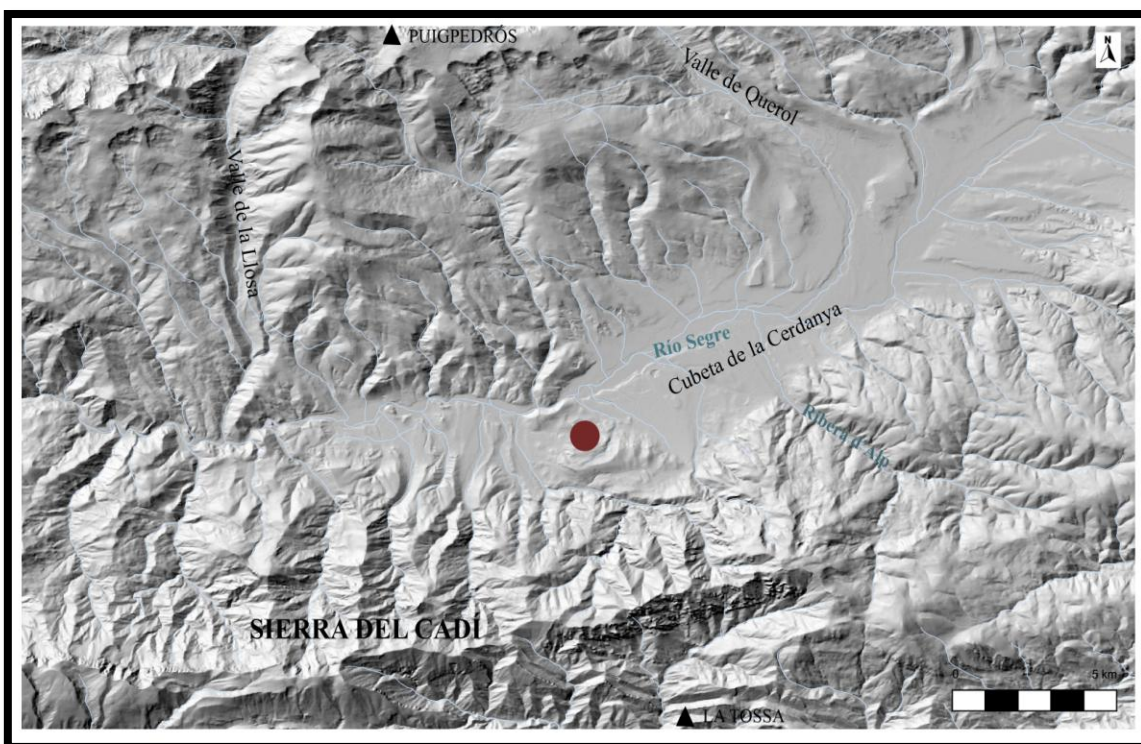


Fig. 155 – Principales accidentes geográficos del entorno del yacimiento de Montlleó.

El yacimiento de Montlleó fue descubierto en 1998 por el Sr. Jordi Grimaó, tras exhaustivos trabajos de prospección. El descubrimiento tuvo lugar gracias al hallazgo de diversos elementos líticos y faunísticos que afloraban en un corte erosivo del terreno. Dicho corte, que permitía la observación de restos arqueológicos *in situ*, había sido provocado por movimientos recientes de desestabilización de la vertiente, causados por

la explotación de una antigua mina de lignito (la mina Lourdes). Ésta fue excavada en las inmediaciones del sitio hasta finales de la década de los ochenta, con la posterior remoción de rocas y tierras con el fin de reducir el impacto visual sobre el paisaje de la mina, poniendo en peligro la integridad del yacimiento (fig. 156).

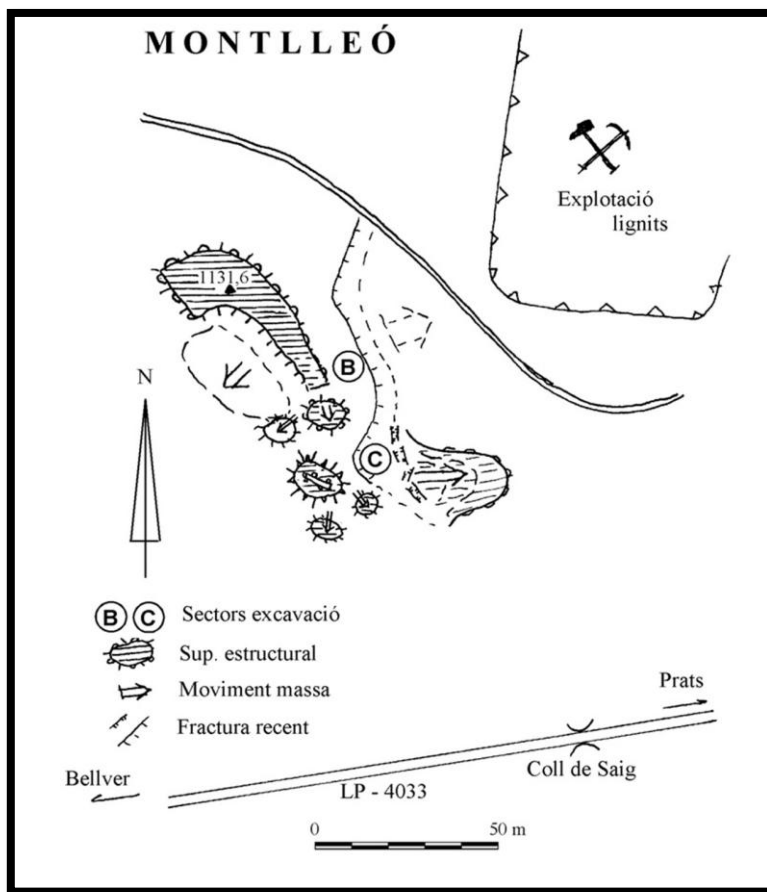


Fig. 156 – Esquema de la estructura geomorfológica del yacimiento de Montlleó (según Serrat y Bergadà 2009).

Fuente: Mangado *et al.* 2011: 28.

El Sr. Grimao puso en conocimiento del Sr. Oriol Mercadal, director del Museo Cerdà de Puigcerdà, el descubrimiento de materiales, y éste último contactó con el Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP) de la Universidad de Barcelona. La primera impresión a la vista de los materiales -por parte del director del Museo Cerdà y de los especialistas del SERP (Dres. Josep Maria Fullola, Xavier Mangado y Jordi Nadal)- fue la de hallarse ante un yacimiento de cronología paleolítica, tanto por las características tecnotipológicas del material lítico como por la fauna asociada. La recuperación en el mismo corte estratigráfico de un molar de *Equus caballus* proporcionó una primera datación del yacimiento, previa a la primera intervención

programada (OxA-9017:15440 ±80BP/ CalPal: 18650 ±50 Cal BP / 16700 ±50 cal BC) (Mangado *et al.* 2011).

Con posterioridad a la primera datación, y tras diversas campañas de excavación arqueológica en el yacimiento, se han recuperado otros vestigios que también han podido datarse por radiocarbono (tabla 4).

Referencia	Material datado	Sector	Datación BP	Cal BP	Cal BC
OxA-9017	Molar de caballo	B	14440±80	18650±50	16700±50
OxA-14034	Carbón	C	15550±140	18710±80	16760±80
OxA-X2234-52	Molar de caballo	B	16900±110	20320±120	18370±120

Tabla 4 – Dataciones radiocarbónicas de Montlleó con su calibración. Fuente: Mangado *et al.* 2011: 29.

Los primeros trabajos arqueológicos en el yacimiento tuvieron lugar en el año 2000, y se han sucedido anualmente hasta 2013. Desde el inicio de los trabajos se establecieron tres sectores de excavación (A, B y C), a lo largo del corte estratigráfico en el que se localizó el yacimiento (fig. 157).

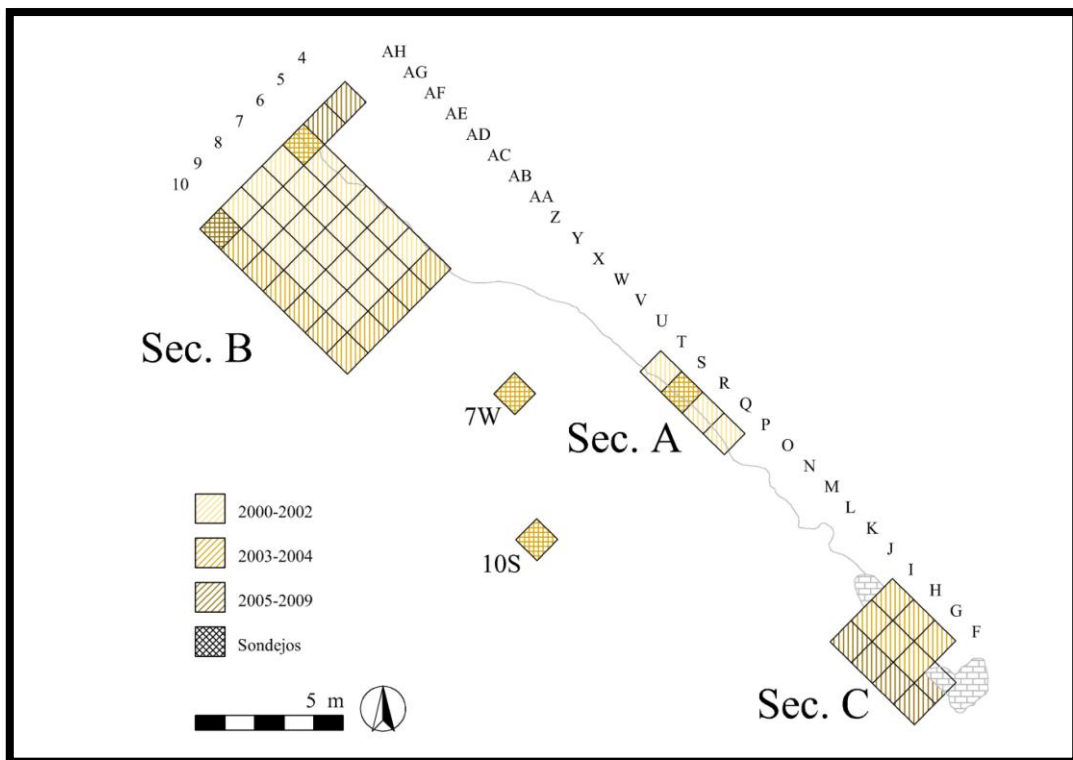


Fig. 157 – Planta del yacimiento con los tres sectores abiertos y los cuadros excavados. Elaboración: J. Alcaina.



### 6.1.2 Secuencia sedimentaria del yacimiento

El sector A (cuadros 3Q, 3R, 3S y 3T) se sitúa en la parte central del corte y fue desestimado ya en la campaña de 2000, pues mostraba un aspecto general de alteración con procesos de limpieza, siendo el material arqueológico recuperado muy escaso y con una orientación preferencial. Posteriormente, en el año 2003 se realizó un sondeo en el cuadro 3S para evaluar la posible existencia de un nivel fértil en los niveles inferiores, pero el resultado fue negativo.

En el sector B, situado en el margen este del corte, se han llevado a cabo las intervenciones arqueológicas de manera ininterrumpida. Con una superficie de excavación de 38 m<sup>2</sup>, es el sector que ha aportado más material arqueológico así como dos estructuras. Ya en el horizonte superficial (15-20 cm de profundidad) fueron hallados numerosos materiales líticos y faunísticos, la mayor parte de ellos en un estado de conservación precario. El nivel I, documentado en todo el sector B, posee una potencia variable que se adapta al pendiente natural del yacimiento (NE-SO). Este nivel se caracteriza por un sedimento de coloración marrón oscura relativamente blando, que forma agregados con gravas y gravillas de morfologías diversas y algún bloque. Bajo este nivel arqueológicamente fértil se halla el nivel II, con un sedimento muy fino y duro con presencia de precipitación de nódulos de carbonato cálcico y arqueológicamente estéril. Con el objetivo de conocer si bajo el nivel estéril se hallaba un nuevo nivel fértil, en 2005 se inició un sondeo en el cuadro 6AH, ampliado a toda la línea de AH (7AH-10AH) que permitió documentar la inexistencia de niveles con material arqueológico por debajo del nivel II.

El sector C, en el margen oeste del corte, fue intervenido por primera vez en la campaña de 2003, debido a la caída natural de un gran bloque de conglomerado que protegía los niveles arqueológicos, quedando al descubierto una superficie de excavación de 6m<sup>2</sup>, que posteriormente fue ampliada a 11m<sup>2</sup>. La caída del bloque dejó al descubierto una secuencia estratigráfica en el perfil norte de los cuadros 4H y 4I de unos 175 cm, que fueron analizados obteniendo como resultado la existencia de cuatro niveles sedimentarios (Mangado *et al.* 2011: 37):

- El nivel 4 (Mt/4), de 20 cm de potencia, formado por limos arenosos carbonatados con trazas de óxidos e hidróxidos de hierro con gravas y bloques y originado por un coluvión de tipo solifluidal.

- El nivel 3 (Mt/3), de 35 cm de potencia media, compuesto de gravas y bloques con arenas limosas. La fracción gruesa, de morfología subangulosa y subredondeada, presenta trazas de disolución y aparece frecuentemente fisurada. Algunas gravas y gravillas presentan posición vertical. Aparecen algunos restos carbonosos (2%). Los procesos que desencadenan el relleno son la caída de bloques y la soliflucción.
- El nivel 2 (Mt/2) se ha dividido en dos subniveles. El primero (2a), de 52 cm, está constituido por gravas con arenas limosas y algunos bloques. El segundo (2b), de 28 cm, presenta una reducción considerable de la matriz, respecto al subnivel anterior. La formación se debe a un fenómeno solifluidal.
- En el nivel 1 (Mt1), de 66 cm, domina la fracción de arenas limosas y gravas con fuerte componente de materia orgánica, propia del desarrollo edáfico de este horizonte. Su formación se relaciona con procesos de escorrentía superficial.

Desde un punto de vista arqueológico, en el sector C se han definido 5 niveles arqueológicos, que se correlacionarían de la manera siguiente: el nivel arqueológico V corresponde al nivel Mt/4, el nivel arqueológico IV al Mt/3, los niveles arqueológicos III y II a Mt/2 y el nivel arqueológico I correspondería a Mt/1 (fig. 158).

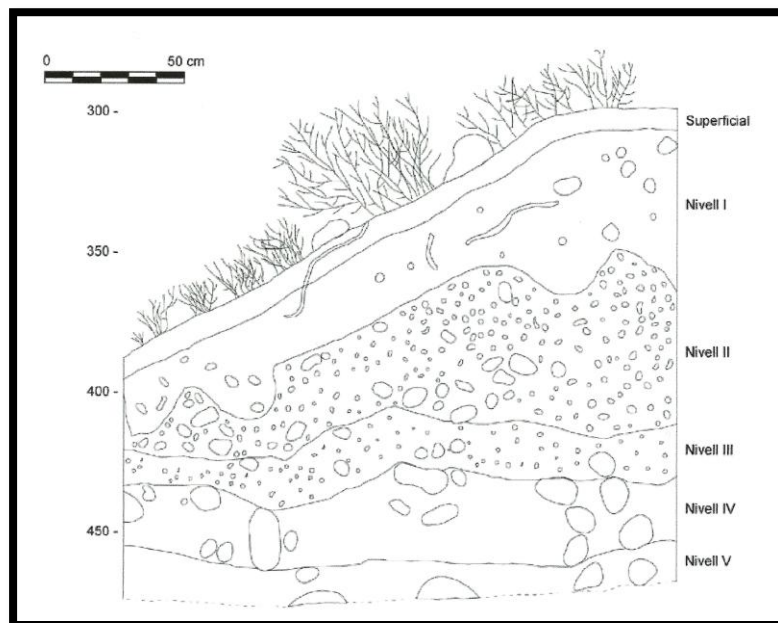


Fig. 158 – Corte estratigráfico arqueológico del sector C, cuadros 4H y 4I. Fuente: Mangado *et al.* 2011: 36.

### 6.1.3 Estructuras antrópicas

En el año 2001 se localizó en el cuadro 7AE una estructura de combustión (en adelante EC) a partir de la proyección en planta de un importante número de pequeños fragmentos de huesos quemados y los resultados del análisis micromorfológico del sedimento, que revelaba la termoalteración de las gravas del sedimento por un fuego que debió alcanzar entre 300 y 400°C. Durante los trabajos de excavación no se observó ningún elemento de delimitación del espacio de combustión evidente, ni tampoco cenizas ni carbones, motivo por el cual se propone la posibilidad de la existencia de un fuego plano o no delimitado.

Posteriormente, en la campaña de 2003 fue hallada en el cuadro 4I del sector C una concentración de pequeños carbones y algunos bloques de caliza y conglomerado de más de 10 cm que se consideraron procedentes de una antigua estructura de combustión (fig. 159). Ambas estructuras documentadas presentaban un pésimo estado de conservación, debido a las condiciones del yacimiento, al aire libre, y a los diferentes procesos postdeposicionales que dañaron el sitio.



**Fig. 159** – Estructura de combustión identificada en el sector C.

#### 6.1.4 Los restos faunísticos

El estudio completo de los materiales faunísticos no ha sido todavía realizado, no obstante, se disponen de unos datos preliminares que corresponden al estudio de una parte del material óseo, analizado por el Dr. Jordi Nadal. De este modo, han sido estudiados un total de 741 restos óseos. De éstos, 652 no se han podido determinar taxonómicamente y 89 elementos (12,01%) han podido ser identificados según criterios taxonómicos (fig. 160) (Mangado *et al.* 2011).

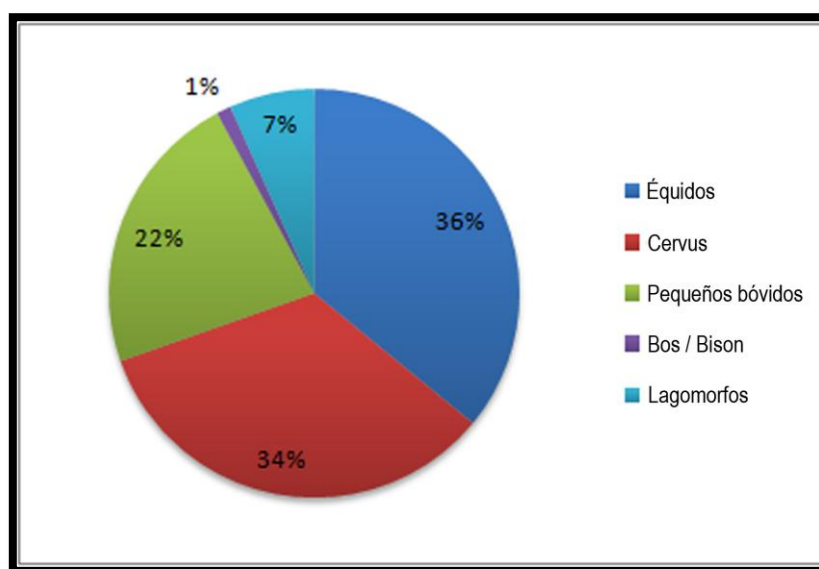


Fig. 160 - Distribución porcentual del número de restos de los Taxa identificada en el yacimiento.

En lo referente a las características de los restos identificados en cada grupo taxonómico, se debe destacar que los équidos están representados fundamentalmente por piezas o fragmentos dentarios. El resto de elementos corresponden a fragmentos o piezas quebrantadas de escápula, vértebras y tibias. Cuando ha sido posible discriminar la especie, todos los elementos corresponden a caballo (*E. caballus*). La presencia de un cierto número de restos de caballo en el registro arqueológico denotaría la existencia de paisajes abiertos y periodos de clima riguroso.

Entre los cérvidos, todos los elementos identificados corresponden a *Cervus elaphus* (fig. 161). Fundamentalmente se trata de denticiones aisladas y falanges, aunque también se han identificado radios, carpianos, fragmentos de mandíbula, de asta y de pelvis. Las primeras y segundas falanges suelen presentar fracturas sagitales, oblicuas o

transversales para la extracción del tuétano. No se ha identificado *Rangifer tarandus*, siendo su ausencia debida posiblemente a causas biogeográficas.

Los pequeños bóvidos agrupan un importante número de fragmentos de piezas dentarias, de las que mayoritariamente no ha sido posible su determinación. Aquellos elementos que han podido ser identificados pertenecen a rebeco (*Rupicapra rupicapra*) y a cabras salvajes (*Capra pyrenaica*). Los grandes bóvidos (*Bos* o *Bison*) están representados por un único elemento (fragmento de molar). Los lepóridos están presentes por 6 fragmentos, cuatro identificables como conejos (*Oryctolagus cuniculus*) y dos húmeros de *Lepus*.

El estudio faunístico ha permitido averiguar que el aprovechamiento de los recursos alimentarios de origen animal fue intenso. Los restos recuperados presentan un alto grado de fragmentación, que debieron favorecer los procesos diagenéticos, pero que en buena parte se deben a comportamientos humanos (fracturas sagitales mayoritariamente) relacionados con la obtención del tuétano. Asimismo, el análisis de la fauna ha permitido constatar tareas de procesado o manipulación de las carcasas en el yacimiento, como puede ser la separación de los autopodios del resto de las extremidades.



**Fig. 161**– Falange de *Cervus* partida sagitalmente. Fuente: Mangado *et al.* 2011: 43.

#### 6.1.5 Los elementos en materias duras animales

Desde las primeras campañas de excavación se han recuperado elementos trabajados antrópicamente sobre materias duras animales. Su estudio fue iniciado por A. Estrada, siendo continuado tras su fallecimiento por el Dr. José Miguel Tejero (Mangado *et al.* 2006, 2011). En lo que a elementos de adorno se refiere, en un único caso el soporte es

óseo (canino atrofiado de ciervo), que presenta una perforación. El resto del conjunto está constituido por restos malacológicos. Se trata de diversos ejemplares de bivalvos, gasterópodos y escafópodos, mayoritariamente perforados, aunque en algunos casos se hallan sin perforación, motivo que lleva a interpretarlos como materia prima en reserva con la que elaborar objetos; o bien como elementos destinados al intercambio y no a la perforación directa.

Descartado su valor alimentario, los restos malacológicos constituyen una evidencia fundamental de la existencia de elementos simbólicos en estas comunidades de cazadores-recolectores (Álvarez 2002). A su vez, la presencia de estos materiales en el registro arqueológico lleva a plantear la posible existencia de un territorio de desplazamiento muy amplio mediante el uso de redes de intercambio regional.

La totalidad del conjunto malacofaunístico recuperado en Montlleó es de origen marino, y fundamentalmente recoge especies de origen mediterráneo (*Homalopoma sanguineum*, *Dentalium sp.*, *Hinia incrassata*, *Trivia sp.*, *Cyclope pellucida...*) (figs. 162 y 163). Esta circunstancia permite plantear la hipótesis de una doble vía de acceso al Pirineo desde la costa mediterránea, bien por la vertiente septentrional desde el Golfo de León a través del paso de la Percha, bien por la vertiente meridional, sea por el valle del Llobregat y cruzando el Cadí o el Moixeró, o por el valle del Ebro por la zona del río Segre.



Figs. 162 y 163 – *Dentalium sp.* (izq.) y *Cyclope sp.* con doble perforación (dcha.) Fotografías: R. Álvarez.

Únicamente se ha recuperado una evidencia de procedencia atlántica. Se trata de un ejemplar perforado de *Littorina obtusata*. Se desconoce la vía de acceso al yacimiento,

pues existe la posibilidad de una aportación norpirenaica desde la cuenca de Aquitania, aunque no se puede descartar un origen cantábrico que llegaría al yacimiento a través del valle del Ebro.

Por otra parte, en la campaña de 2009 fueron recuperados por primera vez en el yacimiento útiles hechos sobre asta. A pesar de ser el estado de conservación regular, se ha podido constatar que los tres objetos en asta corresponden a dos azagayas (fragmento mesiodistal y distal) (fig. 164) y a una probable *baguette*, obtenida mediante el procedimiento del doble ranurado. Estas evidencias denotan la existencia de múltiples actividades llevadas a cabo en el asentamiento, especialmente en relación a la presencia de posibles fases intermedias de fabricación de azagayas en el yacimiento.



Fig. 164 – Fragmento de azagaya. Fuente: Mangado *et al.* 2011: 49.

#### 6.1.6 La industria lítica: estudios tipológicos y tecnológicos

Se ha constatado en el registro lítico del yacimiento de Montlleó el predominio de los elementos de retoque abrupto, básicamente laminitas y puntas de dorso, indicadores precisos de la elaboración de proyectiles, lo que deja entrever una de las funcionalidades claras del asentamiento, la de la caza de grandes animales como el ciervo o el caballo. Junto a estos útiles aparecen en las primeras campañas otros en menor cantidad pero muy representativos del periodo cultural al que se adscribe el yacimiento. Éstos son los perforadores, indicadores permanentes de las fases magdalenienses, y los triángulos escalenos, muy alargados y estandarizados (Mangado *et al.* 2006: 30-31).

En lo referente a las piezas obtenidas por retoque simple, las raederas presentan una alta sobrerrepresentación al analizarlas según la tipología Laplace. Los raspadores, muy abundantes en otros yacimientos magdalenenses del occidente europeo, están poco representados en el registro arqueológico de Montlleó. Los buriles son diversos y no demasiado frecuentes. Es destacable la presencia de núcleos, la mayoría pequeños y agotados, relacionables con fases avanzadas de explotación de la cadena operativa lítica.

A lo largo de las sucesivas campañas de excavación se han recuperado algunos elementos líticos con retoque plano de tipo solutrense. En ningún caso se trata de morfotipos característicos.

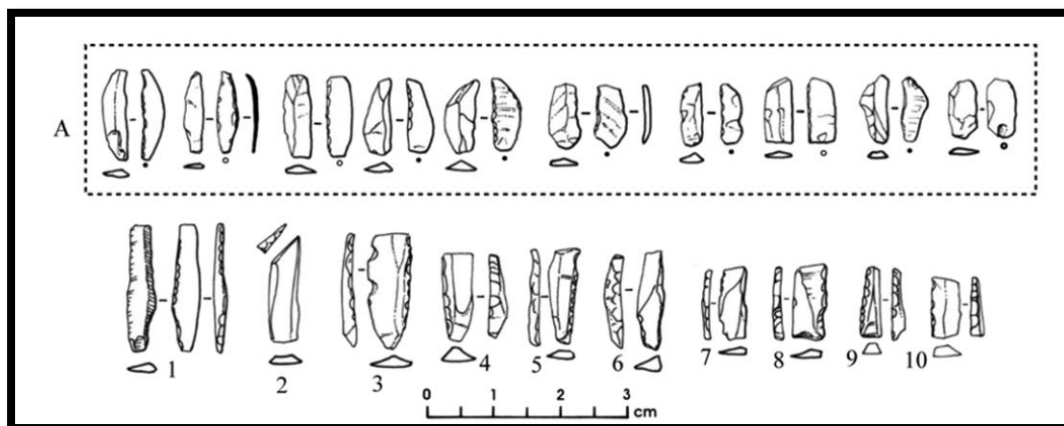
Una visión tecnoeconómica del conjunto de Montlleó ha sido realizada en parte por el Dr. Mathieu Langlais (Langlais 2007, publicada en Langlais 2010) (Mangado *et al.* 2011: 46-47). En relación a la producción lítica, el estudio ha determinado que una parte del utillaje fue confeccionado sobre lascas, procedentes esencialmente de restos de talla en la producción de laminillas, y utilizadas para la confección de raspadores, buriles, perforadores y, en menor medida, denticulados. También ha sido determinada una producción de lascas carenadas orientada hacia la obtención de soportes para núcleos de microlaminillas.

Las láminas producidas a partir de un esquema elaborado de tipo unipolar *semitournant* se obtienen mediante la utilización de un percutor de piedra y llegan ya talladas al yacimiento, dado que ningún elemento indica que se produzca una reducción progresiva de los núcleos de láminas a núcleos de laminillas en el marco de un mismo esquema. Por otro lado, algunos restos de talla ponen de manifiesto una producción unipolar simplificada llevada a cabo en el propio yacimiento. Se trataría, por tanto, de objetivos de producción disociados.

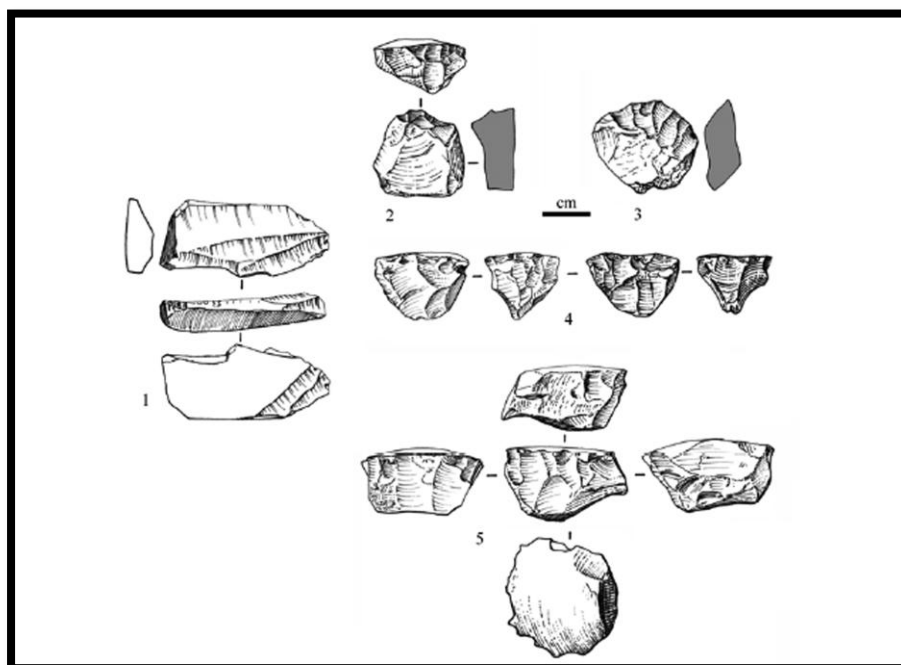
Las laminillas son el tipo de soporte mayoritariamente producido en el yacimiento y están destinadas, en su mayoría, a la confección de microlitos (fig. 165). Se han establecido dos esquemas de talla que pueden seguir modalidades diferenciadas. Por un lado, la producción de soportes de perfil rectilíneo y módulo bastante importante se genera a partir de núcleos configurados o de lascas. Los primeros se explotan según un esquema que da lugar a núcleos de tipo piramidal. A veces, debido a un accidente de talla (reflejado) se abre un nuevo plano de percusión opuesto que da lugar a núcleos de tipo prismático. Las lascas carenadas se explotan de manera frontal a partir de su perfil.



La talla de las microlaminitas se lleva a cabo principalmente a partir de núcleos de microlaminitas mediante una explotación del frente dorsal y, en menor medida, a partir del perfil longitudinal o transversal de lascas carenadas (fig. 166).



**Fig. 165** – A: microlaminitas de dorso destre inverso; 1: laminita de dorso alternativo; 2: laminita de dorso truncado; 3: laminita de dorso denticulado; 4-10: laminitas de dorso simple. Dibujos: R. Álvarez. Fuente: Langlais 2007: 157.



**Fig. 166** – Ejemplo de núcleos de microlaminitas sobre frente dorsal y transversal de lascas carenadas. Dibujos: R. Álvarez. Fuente: Langlais 2007: 152.

El utillaje doméstico se confecciona sobre láminas, lascas y algunas laminitas y corresponde fundamentalmente a raspadores, perforadores, buriles, denticulados, muescas, láminas y lascas retocadas y elementos truncados. También se debe señalar la presencia de algunas piezas *écaillés*. El utillaje cinegético presenta a menudo estigmas

de impacto macroscópicos. Mayoritariamente se trata de láminas de dorso con una relativa diversidad tipológica (truncadas, apuntadas, denticuladas) sin que haya una lateralización preferencial. En menor medida se documentan microlaminas de dorso semiabrupto marginal y retoque inverso en el filo derecho.

## 6.2 La industria lítica: materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento

### 6.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

La industria lítica del yacimiento de Montlleó se compone de un total de 19.901 elementos, recuperados entre las campañas programadas del año 2000 y del 2012, ambas incluidas, y obviando aquellos ejemplares procedentes de caídas de corte, recogidas generales y niveles superficiales. De las casi 20.000 piezas que configuran el conjunto lítico del yacimiento, más de 13.000 lo constituyen rocas silíceas (13.323), lo que representa un 66,95% de la totalidad de la industria lítica. No obstante, muchas otras litologías fueron empleadas para la elaboración del utillaje lítico (tabla 5).

LITOLOGÍA	Nº	%	LITOLOGÍA	Nº	%
Sílex	12.155	61,08%	Gres	7	0,04%
Jaspe	36	0,18%	Cornubianita	32	0,16%
Calcedonia	1	0,01%	Cuarcita	317	1,59%
Caliza	44	0,22%	Esquisto	466	2,34%
Caliza silicificada	2	0,01%	Filita	3	0,02%
Cuarzo	2.939	14,77%	Granito	28	0,14%
Lidita	838	4,21%	Pizarra	33	0,16%
Cristal de roca	508	2,55%	Pórfido	3	0,02%
Flysch	275	1,38%	Roca metamórfica	26	0,13%
Riolita	2.172	10,91%	Silicificación de contacto	16	0,08%

**Tabla 5** – Litologías explotadas en el yacimiento de Montlleó.

De los 19.901 elementos que configuran la industria lítica, un total de 1.777 piezas son tipos primarios, lo que supone un 8,93% del total. Para el presente estudio hemos analizado la totalidad del conjunto lítico retocado, a excepción de una selección de 263 elementos enviados al Dr. Manuel Calvo en la Universitat de les Illes Balears con el objetivo de realizar un estudio traceológico.

Así, de la totalidad del conjunto retocado estudiado, el sílex constituye la materia prima principal, sumando 1.197 piezas (79,06%). El segundo material lítico más empleado para el utillaje retocado es la riolita, con 209 útiles (13,80%). En proporciones más reducidas se explotan otras litologías: cuarzo (34 – 2,25%), lidita (23 – 1,52%), cuarcita (18 – 1,19%), jaspe (14 – 0,92%), cristal de roca (11 – 0,73%), silicificación de contacto (4 – 0,26%), caliza (3 – 0,20%) y roca metamórfica (1 – 0,07%).

Debido al importante uso que tuvieron otras rocas más allá de las sedimentarias silíceas en el yacimiento de Montlleó, hemos creído indispensable dedicar algunas líneas a esas otras litologías que, pese a no constituir el objetivo principal de nuestra tesis doctoral, fueron empleadas por los grupos de cazadores-recolectores que se asentaron en el sitio de Montlleó.

En la cubeta neógena de la Cerdanya, donde se ubica el yacimiento objeto de estudio, no aflora sílex en posición primaria o subprimaria, y las prospecciones de campo realizadas han evidenciado que tampoco lo hace en posición secundaria. Las formaciones con sílex más cercanas al yacimiento se han localizado al otro lado de la sierra del Cadí (Formación Coronas), al SO de Montlleó, y se trata de sílex estratificados y nodulares altamente tectonizados y cuya aptitud a la talla es entre media y baja. En las cumbres situadas al norte de la Cerdanya afloran liditas estratificadas en niveles del Silúrico.

Pero si bien el sílex está ausente en los alrededores del yacimiento, es muy habitual hallar en depósitos primarios o secundarios (coluviones, aluviones...) el resto de las litologías explotadas en Montlleó. Así, en las proximidades del Coll del Pendís, a pocos km al SO del yacimiento, ha sido localizado un afloramiento de riolitas del Pérmico que presentan, ya en la escala macroscópica, idénticas características a las riolitas halladas en los niveles arqueológicos de Montlleó. Además, en las proximidades del yacimiento afloran filones de cuarzo del Carbonífero, filones de pórfido también del Carbonífero, cuarcitas y pizarras del Ordovícico, granitos del Carbonífero y otras formaciones con areniscas, calizas, esquistos y filitas, entre otros. Así, aún a falta de análisis más precisas, podemos intuir para estas rocas distintas de las sedimentarias silíceas, un origen local próximo al yacimiento de Montlleó. No obstante, consideramos que para poder confirmar lo que ahora establecemos como hipótesis, deberíamos recorrer a la

petrografía y a la geoquímica para confirmar en una escala de análisis más precisa las similitudes entre las formaciones geológicas y las evidencias arqueológicas.

Como comentábamos anteriormente, el sílex, pese a no hallarse de manera natural en los alrededores inmediatos del yacimiento, fue el material más utilizado para la confección del utillaje retocado. El estudio macroscópico de esta roca silícea nos ha permitido diferenciar siete litotipos además de una variedad jaspeada (fig. 167).

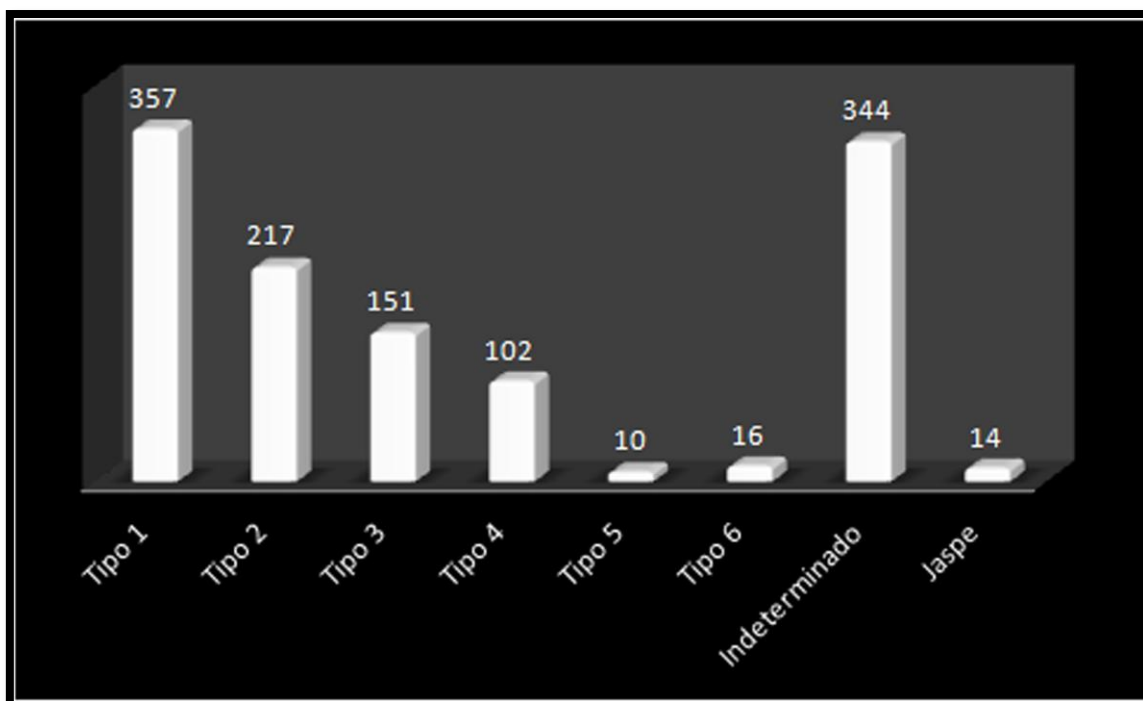
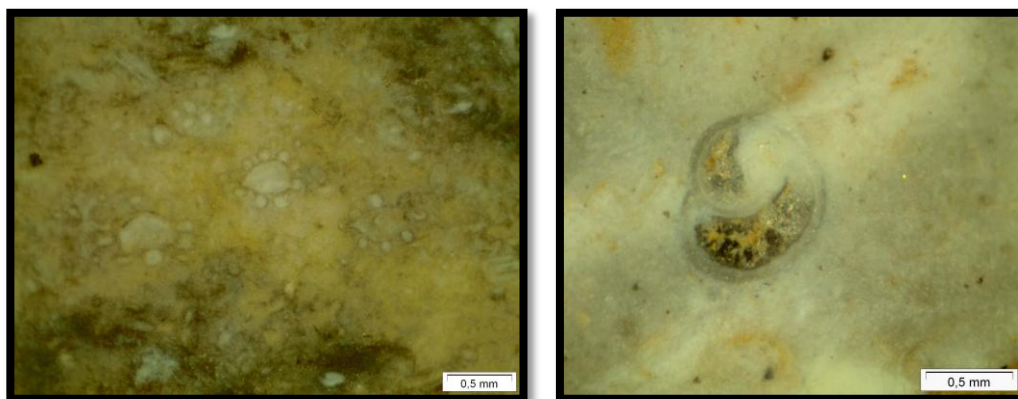


Fig. 167 – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados.

#### 6.2.1.1 Litotipo 1

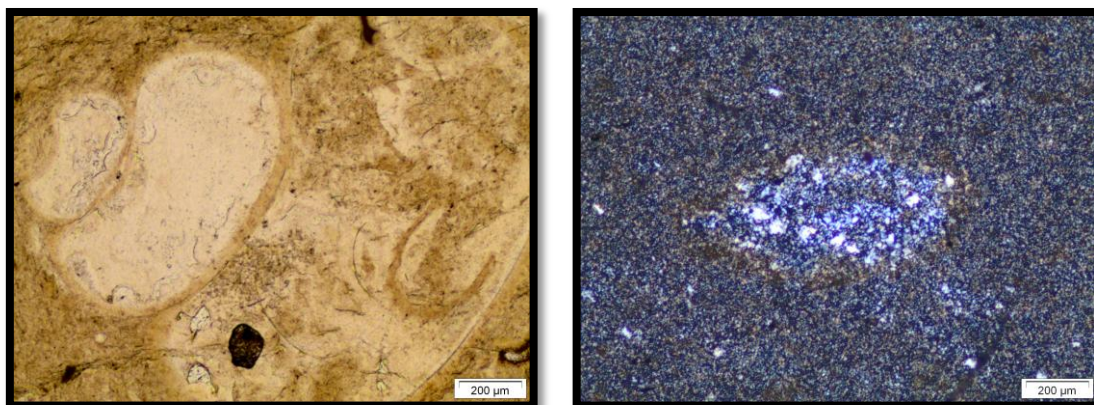
Un total de 357 elementos, lo que constituye un 29,83% del conjunto de núcleos y útiles retocados, se han adscrito al litotipo 1. Este tipo de sílex presenta un grano fino con superficies lisas, lo que les confiere una alta aptitud a la talla. La coloración oscila entre el marrón y el marrón muy oscuro. El córtex, cuando se conserva (17,37%), es de litología caliza con tendencia a margosa y con un contacto neto con la masa silícea. La textura es heterogénea con inclusiones abundantes de óxidos metálicos y relictos carbonatados y, en casos puntuales, de posible materia orgánica. El contenido bioclástico es muy copioso y está representado por secciones de algas carofitas (fig. 168) y en menor medida de gasterópodos (fig. 169) y ostrácodos. En proporciones muy

reducidas (0,84%) aparecen estructuras anulares (anillos de Liesegang). Por las características que presentan, podemos definir estos sílex como procedentes de una facies sedimentaria de tipo continental lacustre.



**Figs. 168 y 169** – Secciones de algas carofitas (izq.) y de gasterópodo (dcha.) en dos sílex del litotipo 1.

A escala microscópica este litotipo posee un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal (79%). En proporciones muy inferiores (4%) se identifican otras formas de la sílice (calcedonia de elongación negativa y morfología esferulítica y botroidal). Los componentes no silíceos son cuantiosos, siendo los más abundantes los carbonatados (15%), previos a la silicificación, no esqueléticos (micrita) y esqueléticos (secciones de algas carofitas, gasterópodos y ostrácodos en proceso de silicificación). Las paredes de algunos de estos componentes esqueléticos han sido micritizadas (figs. 170 y 171). Los óxidos metálicos (2%) poseen morfología granular y se disponen zonalmente y los componentes terrígenos en forma de gránulos subangulosos de cuarzo detrítico aparecen de modo testimonial. No se observan porosidades.



**Figs. 170 y 171** – Sección de gasterópodo (izq.) y de alga carofita (dcha.) con la pared micritizada y el interior silicificado. Vistas al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.).

Las formaciones geológicas con sílex de características similares al litotipo 1 a escala macroscópica y microscópica se sitúan a más de 100 km del yacimiento, bien hacia el nordeste y al otro lado de los Pirineos (formaciones del Oligoceno del macizo de Corbières), bien en el Prepirineo centro-oriental (sílex del Maastrichtiense, Rupeliense y Oligoceno) y la Cuenca del Ebro (sílex miocenos), al suroeste de Montlleó (fig. 172).

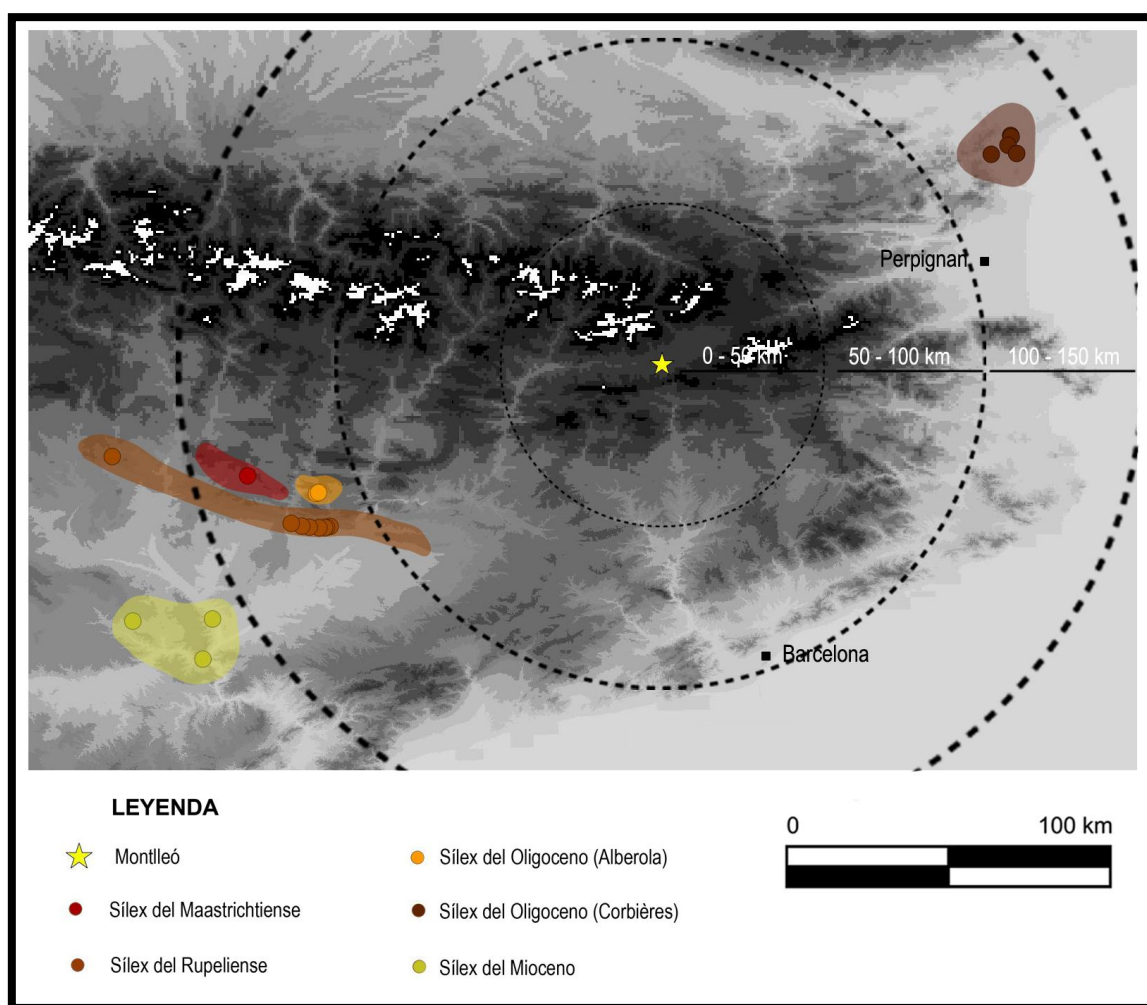


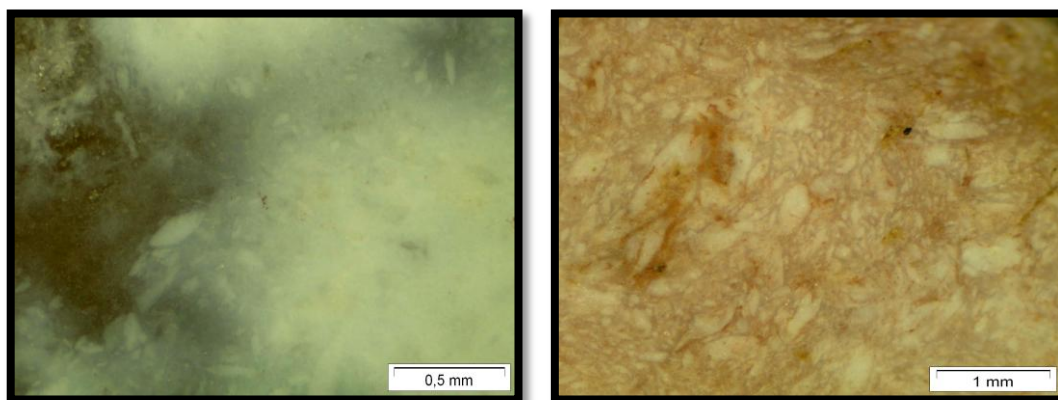
Fig. 172 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Montlleó.

Según lo observado en la caracterización macroscópica y microscópica de las muestras geológicas y de los sílex arqueológicos adscritos a este litotipo, en estos momentos podemos profundizar algo más sobre cuáles de las formaciones marcadas pudieron ser susceptibles de haber sido explotadas. Pese a que el sílex de todas las formaciones marcadas en el mapa pudo ser empleado por los grupos humanos que se asentaron en Montlleó, los sílex oligocenos del macizo de Corbières y los sílex del Rupeliense del contacto entre el Prepirineo y la Cuenca del Ebro son los que presentan mayores

similitudes con los adscritos al litotipo 1. Ambas formaciones se situarían en un radio de abastecimiento exógeno, a más de 100 km del yacimiento. La aplicación de técnicas de análisis geoquímicas en estos materiales es indispensable para poder ahondar más en la cuestión del aprovisionamiento del litotipo 1.

#### 6.2.1.2 Litotipo 2

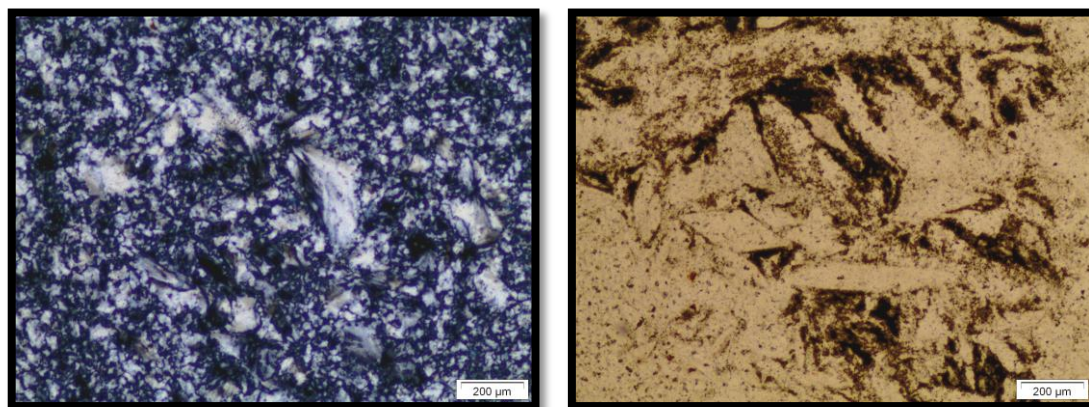
Una suma de 217 elementos del conjunto estudiado han sido identificados como pertenecientes al litotipo 2 (18,13%). Se trata de un sílex originado en una facies de sedimentación continental lacustre evaporítica y caracterizado por la ausencia de contenido bioclástico. Son sílex de grano fino y superficie lisa, de coloraciones claras y generalmente translúcidos. El córtex, cuando se conserva (22,58%), es de litología caliza y escasamente rodado, con un contacto algo difuso con la masa silícea. La textura es bastante homogénea y el contenido en inclusiones se compone de óxidos metálicos y pseudomorfos lenticulares de yeso (figs. 173 y 174). En algunos casos se identifican recristalizaciones de megacuarzo.



**Figs. 173 y 174** – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 2.

Al microscopio petrográfico los sílex del litotipo 2 presentan características similares con proporciones variables en función de la lámina delgada analizada. Así, la textura principal se compone de un mosaico de microcriptocuarzo que, en general, alcanza porcentajes del 60%. Otras formas de la sílice están presentes, bien como megacuarzo, que aparece de manera testimonial, bien como sílice fibrosa de elongación negativa y positiva y de morfología esferulítica, con porcentajes que oscilan entre el 1 y el 20% (fig. 175). La observación de ambos tipos de elongación de la calcedonia es un factor

indicativo de la existencia de un cambio de sedimentación en la cuenca. Los componentes carbonatados en forma de micrita son abundantes en algunas láminas, llegando a alcanzar el 35%, aunque generalmente se presentan en proporciones muy inferiores (5%). Los óxidos metálicos como gránulos de hematites suelen ser abundantes (5%), así como los testimonios evaporíticos en forma de pseudomorfos lenticulares de yeso (7%) (fig. 176). En alguna lámina se han detectado porosidades de tipo intergranular.



**Figs. 175 y 176** - Textura de microcriptocuarzo con fibras de calcedonia (izq.) y pseudomorfos lenticulares de yeso (dcha.) observados al microscopio petrográfico con nicoles cruzados (izq.) y luz paralela (dcha.).

Las formaciones geológicas con sílex de similares características a las del litotipo 2 se encuentran a más de 100 km del yacimiento de Montlleó. En concreto, dos formaciones geológicas son susceptibles de haber sido explotadas por los grupos humanos que durante el Magdaleniense se asentaron en Montlleó (fig. 177). Por un lado, a algo más de 100 km al suroeste del yacimiento, y en el Prepirineo centro-oriental, afloran unas calizas del Garumniense con sílex que presentan las mismas características a las observadas macroscópica y microscópicamente en el litotipo 2. Por otro lado, a algo más de 100 km al nordeste y noroeste de Montlleó afloran unas calizas del Paleoceno con nódulos de sílex cuyo aspecto a la lupa binocular y al microscopio petrográfico es muy similar al de los sílex del litotipo 2. En cualquier caso se trataría de un aprovisionamiento exógeno para este litotipo y a día de hoy, debido a la existencia de una convergencia de facies, no es posible saber si se explotó una de las dos formaciones o si se abastecieron en ambas.



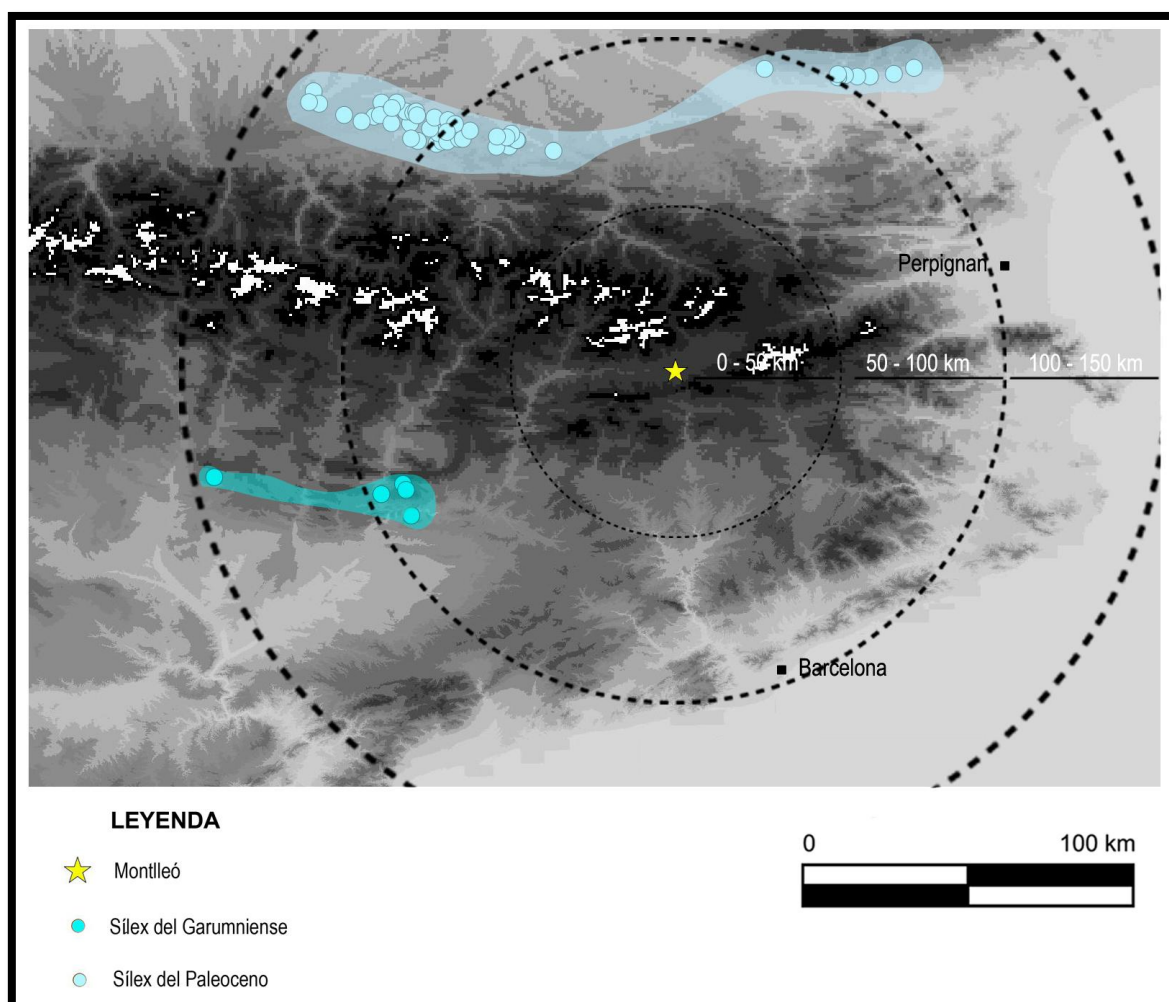
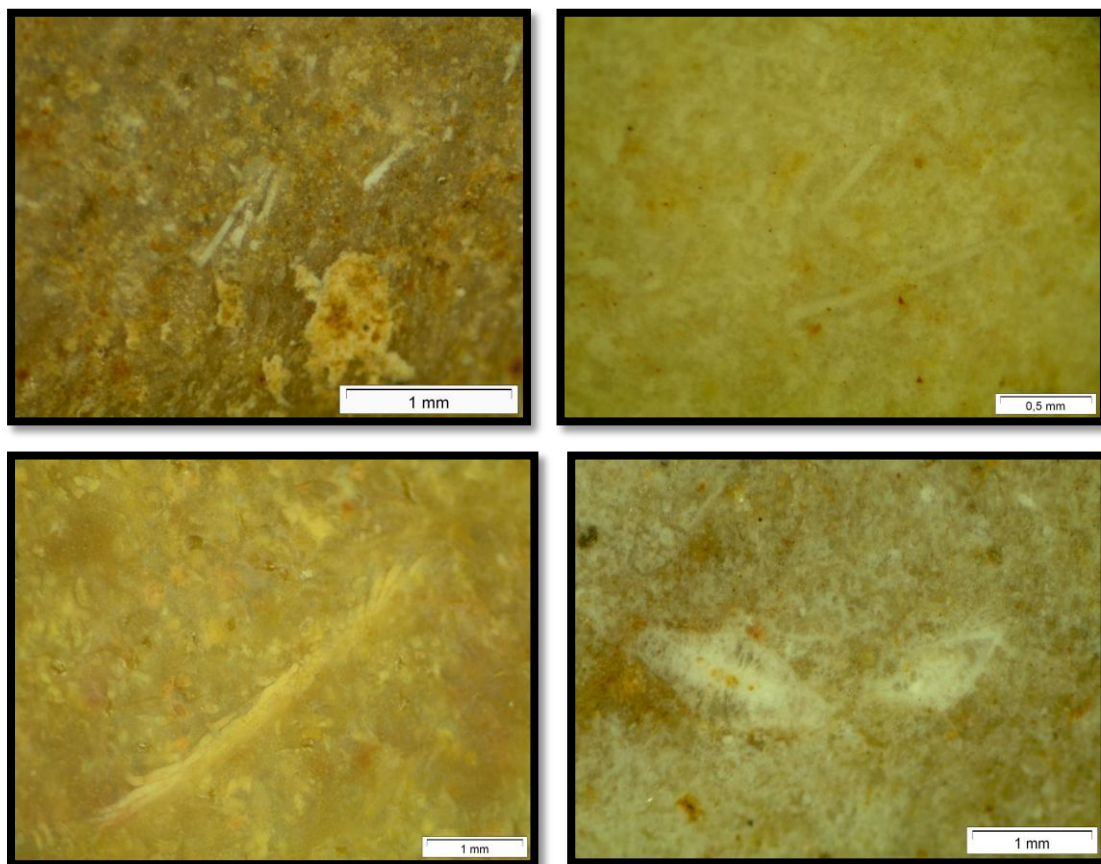


Fig. 177– Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Montlleó.

### 6.2.1.3 Litotipo 3

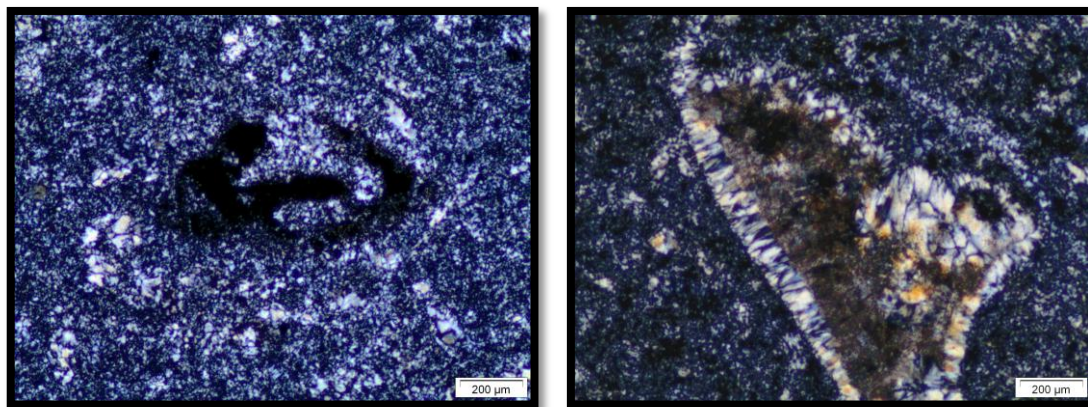
Hasta 151 elementos entre útiles retocados y núcleos han sido atribuidos al litotipo 3, lo que constituye un 12,61% del total del conjunto analizado. Este tipo de sílex, identificado en la excavación como flysch debido al aspecto brillante del mismo, presenta un grano fino y una superficie generalmente lisa, que le confieren una alta aptitud a la talla. El córtex, cuando se conserva (13,25%), es de litología caliza y suele aparecer escasamente rodado con un contacto neto con la masa silíceo. La coloración general de las piezas es marrón clara con motas rojizas debido a la alta presencia de óxidos metálicos. La textura es heterogénea con abundancia de óxidos metálicos y cristales de cuarzo detrítico como principales inclusiones, así como de poríferos (figs. 178 y 179) y otros bioclastos, generalmente indeterminados, como contenido bioclástico más importante. En determinadas ocasiones ha sido posible identificar secciones de

grandes foraminíferos como posibles *Omphalocyclus macroporus* (fig. 180), *Orbitoides* y *Siderolites* (fig. 181). Por el contenido bioclástico y el tipo de inclusiones presentes en este sílex, se ha definido su facies sedimentaria de origen como marina.



**Figs. 178 a 181** – Vista a la lupa binocular de poríferos (sup.) y posibles *Omphalocyclus macroporus* (inf. izq.) y *Orbitoides* (inf. dcha.) en dos sílex del litotipo 3.

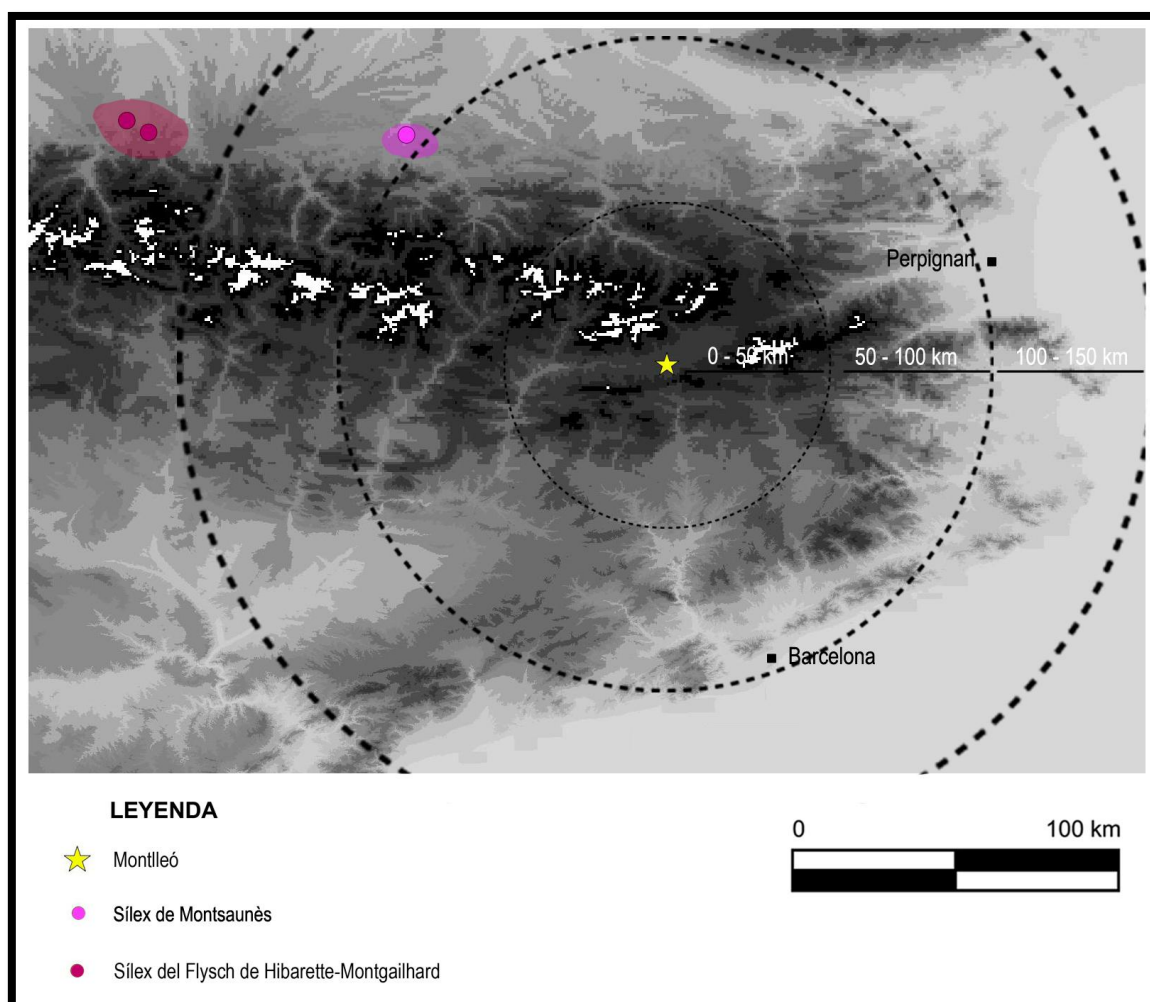
Al microscopio petrográfico se observa una textura principal de microcriptocuarzo formando un mosaico (83%). En proporciones muy reducidas (2%) aparece sílice fibrosa de elongación negativa y morfología botroidal. Los componentes carbonatados (13%) son previos a la silicificación y se observan tanto esqueléticos, con la pared micritizada y el interior en proceso de silicificación, como no esqueléticos (micrita) (figs. 182 y 183). En proporciones muy escasas (1%) aparecen óxidos metálicos granulares y componentes terrígenos (granos de cuarzo detrítico subangulares).



**Figs. 182 y 183** – Secciones de bioclastos con la pared micritizada y el interior en proceso de silicificación.  
Observación al microscopio petrográfico con nícoles cruzados.

Los sílex adscritos al litotipo 3 presentan paralelos con dos formaciones del Cretácico superior que afloran en la vertiente norte del Pirineo central (fig. 184). Se trata de los sílex del Flysch de Hibarette – Montgaillard, datados del Campaniense-Maastrichtiense, y los sílex del Maastrichtiense que afloran en las calizas Nankin en las proximidades de Montsaunès. Son dos silicificaciones con características comunes (abundancia de óxidos metálicos, cristales de cuarzo detrítico y espículas síliceas de esponja) siendo la única diferencia la existencia de grandes foraminíferos bentónicos clásticos del Maastrichtiense, que únicamente ha sido atestiguada en los sílex de Montsaunès (presencia de *Lepidorbitoides socialis*, *Omphalocyclus macroporus*, *Siderolites* y *Orbitoides*) (Bilotte y Andreu 2006: 311). Todos los sílex adscritos al litotipo 3 presentan los caracteres comunes observados en ambas formaciones, pero en algunas piezas también se ha detectado la presencia de *Orbitoides*, *Siderolites* y *Omphalocyclus*. Es por este motivo que a día de hoy proponemos ambas formaciones como susceptibles de haber sido explotadas por los grupos que ocuparon Montlleó para abastecerse de lo que hemos denominado litotipo 3, sabiendo que algunas piezas con seguridad proceden de los sílex maastrichtienses de Montsaunès y las que no presentan macroforaminíferos podrían proceder bien de esta misma formación, bien de los sílex del Flysch de Hibarette – Montgaillard.

Sea como fuere, se trata de un sílex exógeno cuyas fuentes de aprovisionamiento conocidas se sitúan a unos 110 km en línea recta del yacimiento para los sílex de Montsaunès y a más de 170 km para los sílex del Flysch. La presencia de este litotipo en Montlleó constituye el primer indicador de la existencia de contactos con la vertiente norpirenaica.

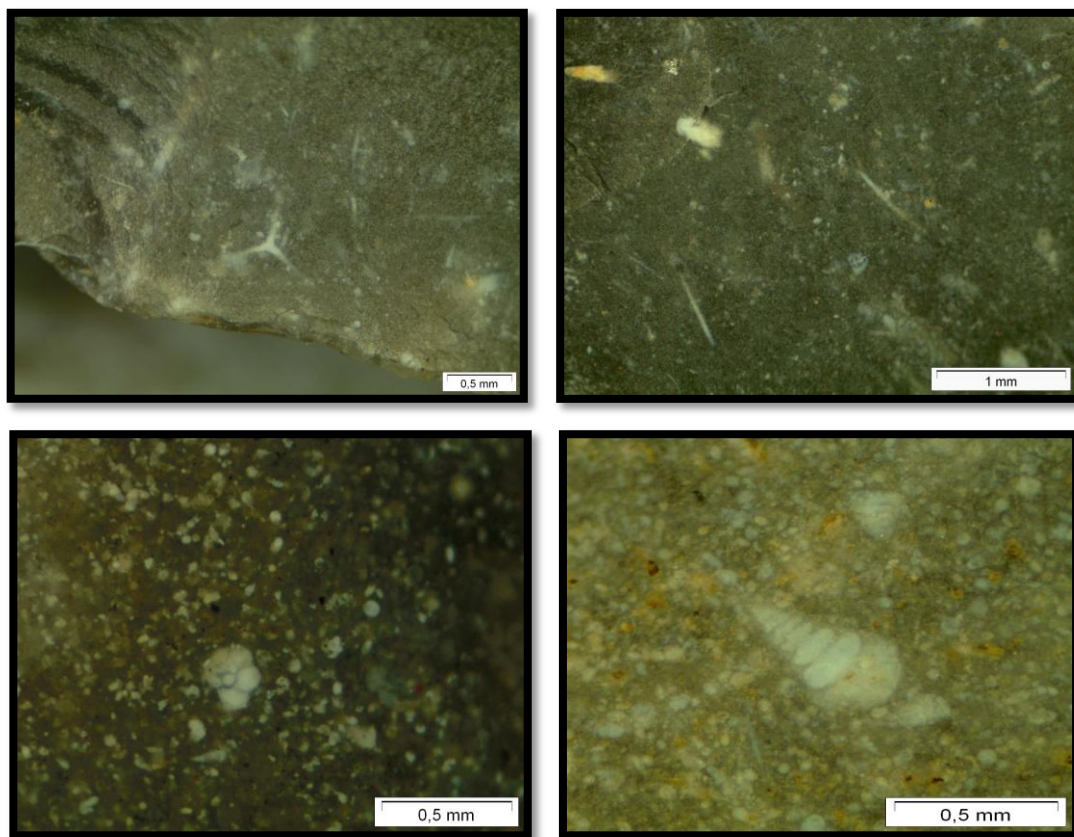


**Fig. 184** – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Montlleó.

#### 6.2.1.4 Litotipo 4

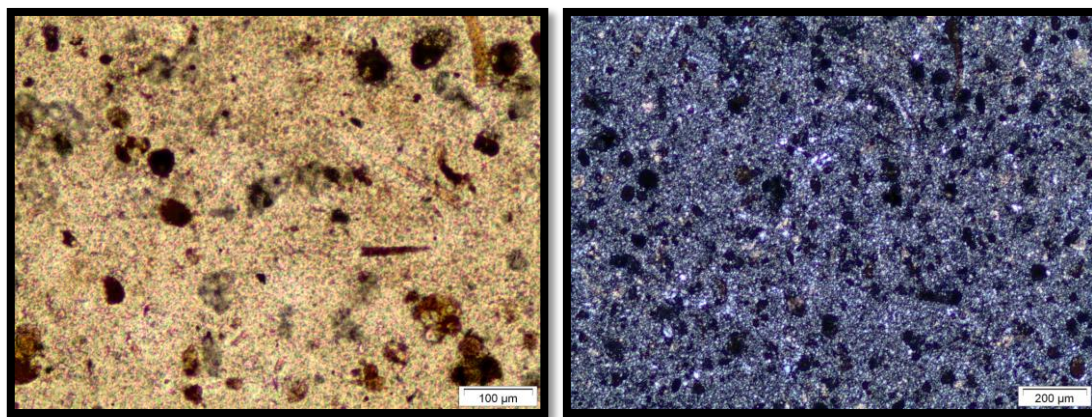
Del conjunto de retocados y núcleos, hasta 102 piezas se han adscrito al denominado litotipo 4. Este tipo de sílex se caracteriza por poseer un grano fino o muy fino, con superficies lisas, siendo en ocasiones extremadamente lisas, y una aptitud a la talla que oscila entre alta y muy alta. La coloración es oscura con tonalidades de gris a negro, aunque también aparecen algunas piezas que tienden a tonos marrones. El córtex, cuando se conserva (17,65%), es de litología caliza y generalmente con un escaso rodamiento y un contacto neto con la masa silíceo. A la lupa binocular se ha identificado una textura heterogénea con abundantes inclusiones de óxidos metálicos, cuarzo detrítico, posible materia orgánica y cristales romboédricos de calcita o dolomita. El contenido bioclástico es también cuantioso y está compuesto de poríferos, pudiendo identificar en algunos casos espículas triaxonas (figs. 185 y 186), elementos que hemos

definido como posibles calciesferas y pequeños foraminíferos, entre los que se han determinado globigerínidos (fig. 187) y textuláridos (fig. 188). El contenido de inclusiones y bioclastos determina un origen marino para los sílex adscritos al litotipo 4.



**Figs. 185 a 188** – Poríferos (sup.), globigerínido (inf. izq.) y textulárido (inf. dcha.) observados a la lupa binocular en sílex del litotipo 4.

Al microscopio petrográfico, los sílex del litotipo 4 presentan un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal, siendo la única forma de la sílice observada. En porcentajes de entorno al 10% se documentan componentes carbonatados (micrita y componentes esqueléticos, éstos en proceso de silicificación). Los óxidos metálicos son muy abundantes, de morfología granular y con una distribución en toda la lámina. No se documentan porosidades ni tampoco cementaciones. Espículas de esponja y secciones de globigerínidos son el principal contenido micropaleontológico observado al microscopio petrográfico (figs. 189 y 190).



Figs. 189 y 190 – Textura del litotipo 4 al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.).

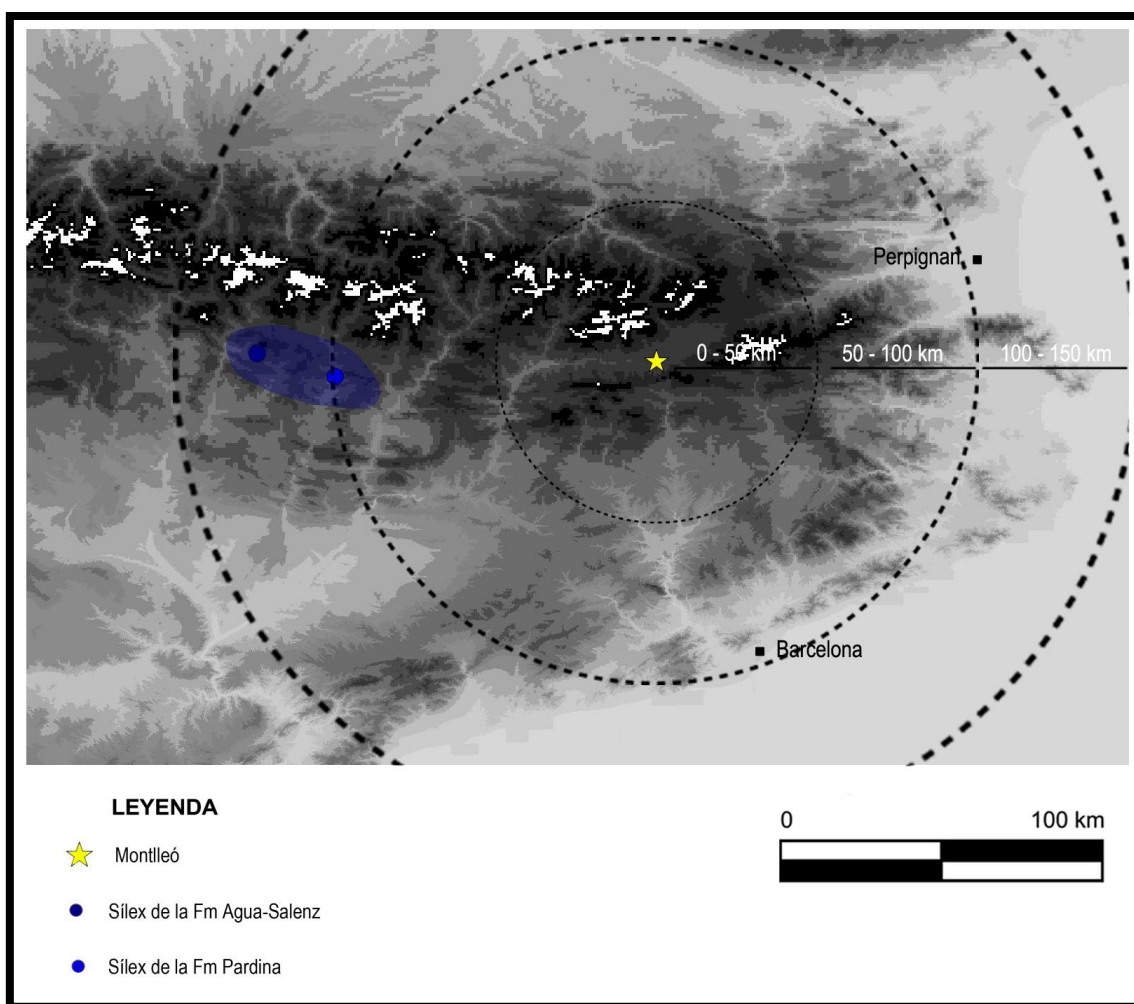


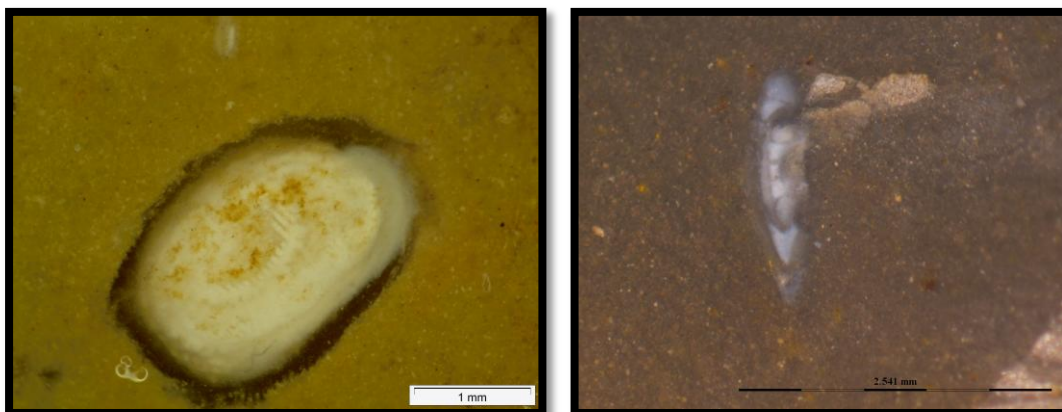
Fig. 191 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de Montlleó.

El litotipo 4 posee paralelos con los sílex de la Formación Agua-Salenz, que aflora al sur del macizo del Turbón, así como su equivalente lateral, la Formación Pardina, que aflora en la cuenca de Sopeira. Los afloramientos más cercanos al yacimiento de

Montlleó se encontrarían a 110 km en línea recta al oeste del sitio, que sería accesible descendiendo por el río Segre y remontando por el Noguera Ribagorzana o bien cruzando las elevaciones montañosas que conectan los valles del Segre, el Noguera Pallaresa y el Noguera Ribagorzana hasta llegar al valle del Llierp, donde junto al afloramiento primario y subprimario fue localizado un taller de sílex (fig. 191).

#### 6.2.1.5 Litotipo 5

Se han identificado entre el conjunto retocado analizado un total de 10 piezas pertenecientes al litotipo 5, lo que corresponde a un 0,84% del total. Todas ellas se caracterizan por poseer una coloración clara, con tonalidades marrón claro, pero con una alta opacidad. El grano de este tipo de sílex es fino y la superficie lisa, por lo que la aptitud a la talla es alta. El córtex, conservado en un 30% de las piezas, es de litología caliza y presenta evidencias de rodamiento. A la lupa binocular se identifica una textura heterogénea compuesta por inclusiones de óxidos metálicos y grandes foraminíferos, entre los que es posible discernir secciones de alveolinas (fig. 192) y assilinas (fig. 193). Por el contenido micropaleontológico presente, se ha determinado un origen marino para este litotipo.



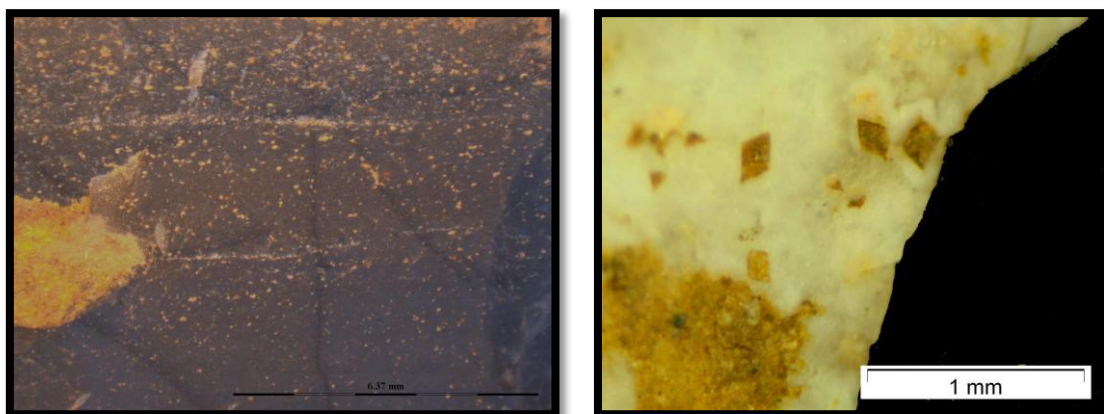
**Figs. 192 y 193** – Secciones de alveolínidos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 5.

La escasez de restos adscritos a este litotipo, sumado al hecho de que se trata mayoritariamente de elementos retocados, ha imposibilitado la elaboración de láminas delgadas para una caracterización microscópica de estos elementos. A escala macroscópica, este tipo de sílex no presenta paralelos con las silicificaciones estudiadas de ambas vertientes de la cordillera pirenaica, que unido a la escasez de material en el

registro arqueológico, nos llevan a pensar que estamos ante un aporte puntual al yacimiento fruto quizás de un intercambio entre grupos.

#### 6.2.1.6 Litotipo 6

Hasta 16 elementos han sido atribuidos a lo que se ha denominado litotipo 6, lo que correspondería a un 1,34% del material retocado analizado. Se trata de un sílex de grano generalmente fino con superficies que oscilan entre finas y rugosas, pues es frecuente observar la existencia de fisuras, de origen tectónico, en el material. Son sílex de coloraciones oscuras dentro de la gama de los negros. El córtex, conservado en tan sólo una pieza, no presenta signos de rodamiento y es de litología caliza margosa con un contacto difuso con la masa silícea. La textura es heterogénea con inclusiones de óxidos metálicos, posible materia orgánica y abundantes relictos carbonatados, entre los que se distinguen cristales romboédricos de calcita o dolomita en proceso de disolución (figs. 194 y 195). En lo que a contenido bioclástico se refiere, han sido posible identificar algunas secciones bioclásticas, cuya determinación no ha sido factible.



**Figs. 194 y 195** – Vista macroscópica de la textura general (izq.) y de cristales romboédricos (dcha.) en sílex del litotipo 6.

Debido a la escasez de restos atribuibles a este litotipo, al hecho que se trate de piezas retocadas y al ser de tamaño reducido las evidencias no retocadas, no ha sido posible elaborar láminas delgadas para una posterior descripción microscópica de este litotipo.

No obstante, las particulares características que presenta este tipo de sílex nos han permitido relacionarlo con una formación geológica con silicificaciones que ya fue



descrita en el capítulo cuarto. Se trata de los sílex de la Formación Coronas, que emergen a lo largo de la Sierra del Cadí y cuyos afloramientos localizados más próximos al yacimiento de Montlleó se sitúan a tan solo 11 km al SO del mismo, en la parte alta de la Sierra del Cadí (afloramiento del Comabona) y al otro lado de ésta (afloramiento de Riugréixer) (fig. 196). Así, pese a ser afloramientos situados en lo que se considera un radio de aprovisionamiento local (inferior a 10 km), cabe tener en cuenta que para acceder a este tipo de sílex se debe solventar la Sierra del Cadí, con elevaciones superiores a los 2000 m.

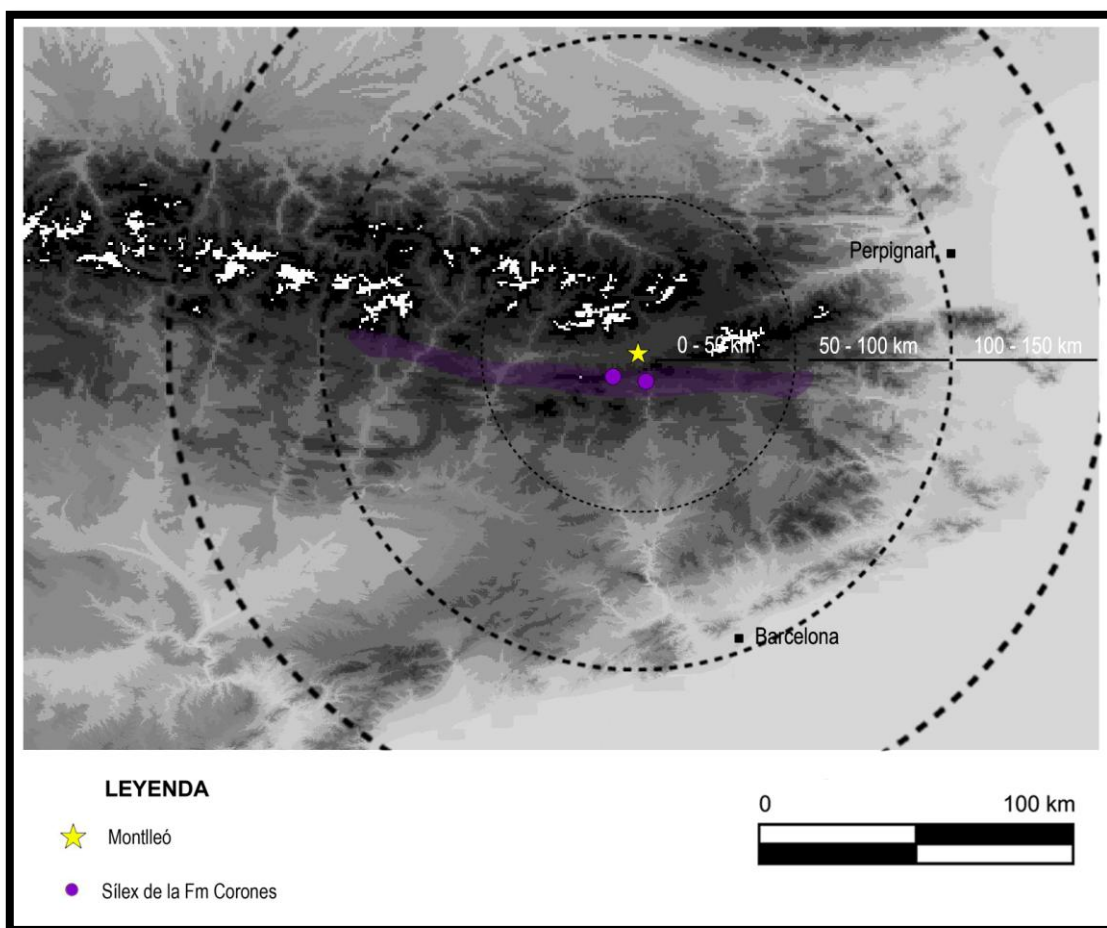
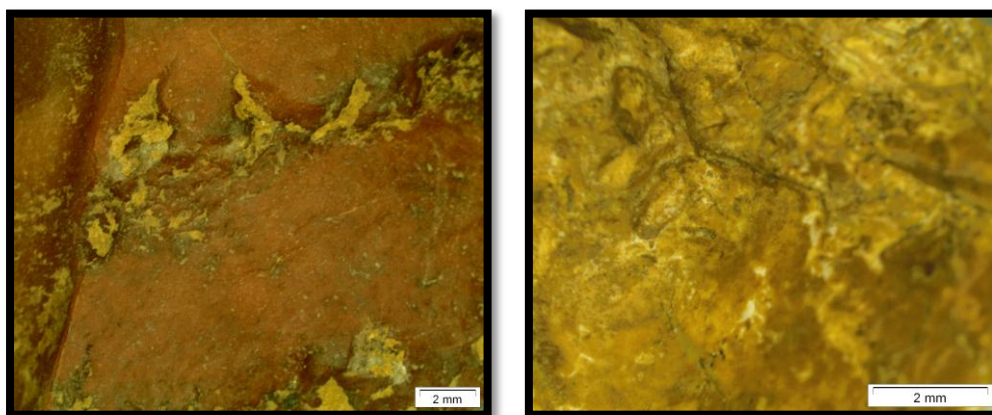


Fig. 196– Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 6 de Montlleó.

#### 6.2.1.7 Jaspes

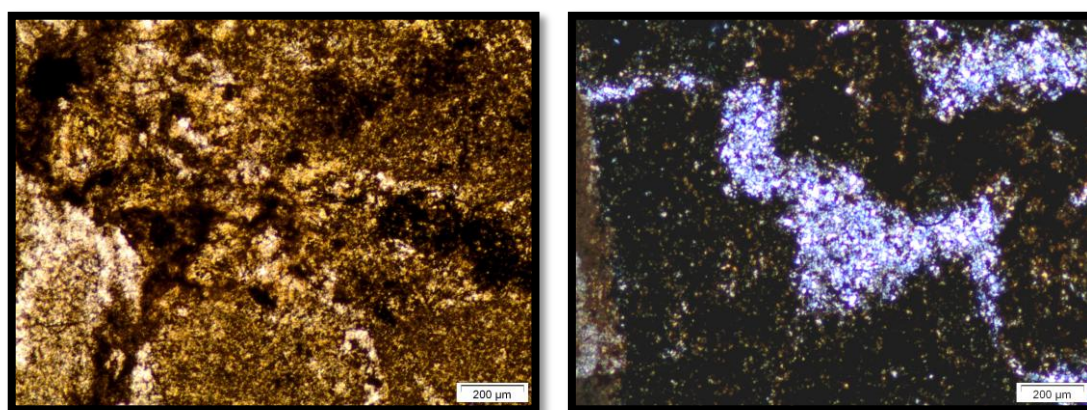
Hasta 14 piezas retocadas fueron elaboradas sobre jaspe. Se trata de una silicificación de grano fino y superficie entre lisa y rugosa con un aspecto algo brillante y una aptitud a la talla entre media y alta. El elevado contenido en inclusiones de óxidos de hierro confiere a las piezas una coloración fundamentalmente rojiza y anaranjada (figs. 197 y

198). Se trata de una silicificación muy opaca, por lo que la determinación textural resulta complicada.



**Figs. 197 y 198** – Observación a la lupa binocular del aspecto de dos jaspes de Montlleó.

La observación al microscopio petrográfico de las láminas delgadas de algunos jaspes recuperados en Montlleó ha permitido identificar una textura en la que el componente mayoritario no es la sílice sino los óxidos metálicos (45%) (figs. 199 y 200). Los componentes silíceos los integran un mosaico de microcriptocuarzo (23%) y en proporciones más reducidas (3%) cristales de megacuarzo subeuhedrales dispuestos en mosaico en el relleno de antiguas porosidades. Los componentes carbonatados previos a la silicificación también están presentes (21%) y éstos son siempre no esqueléticos (micrita). El 8% restante lo completa una porosidad intergranular de tipo primario.



**Figs. 199 y 200** – Óxidos observados al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.).

Esta variedad jaspeada detectada en Montlleó tiene sus paralelos en una silicificación de radiolaritas conocidas en el sinclinal de Vilafranca de Conflent, junto al macizo del

Canigó, y aflorando en posición secundaria en las terrazas del río Têt a la altura de Vinça en forma de grandes bloques rodados y, en menores cantidades, desde Millas hasta Canet en Rosellón (Grégoire 2000: 120) (fig. 201). A escala macroscópica y microscópica los jaspes del Canigó presentan idénticas características a las observadas en los ejemplares de Montlleó, por lo que en este caso estaríamos también ante una aportación de sílex extra-regional en el que los afloramientos más cercanos se situarían a más de 60 km del yacimiento.

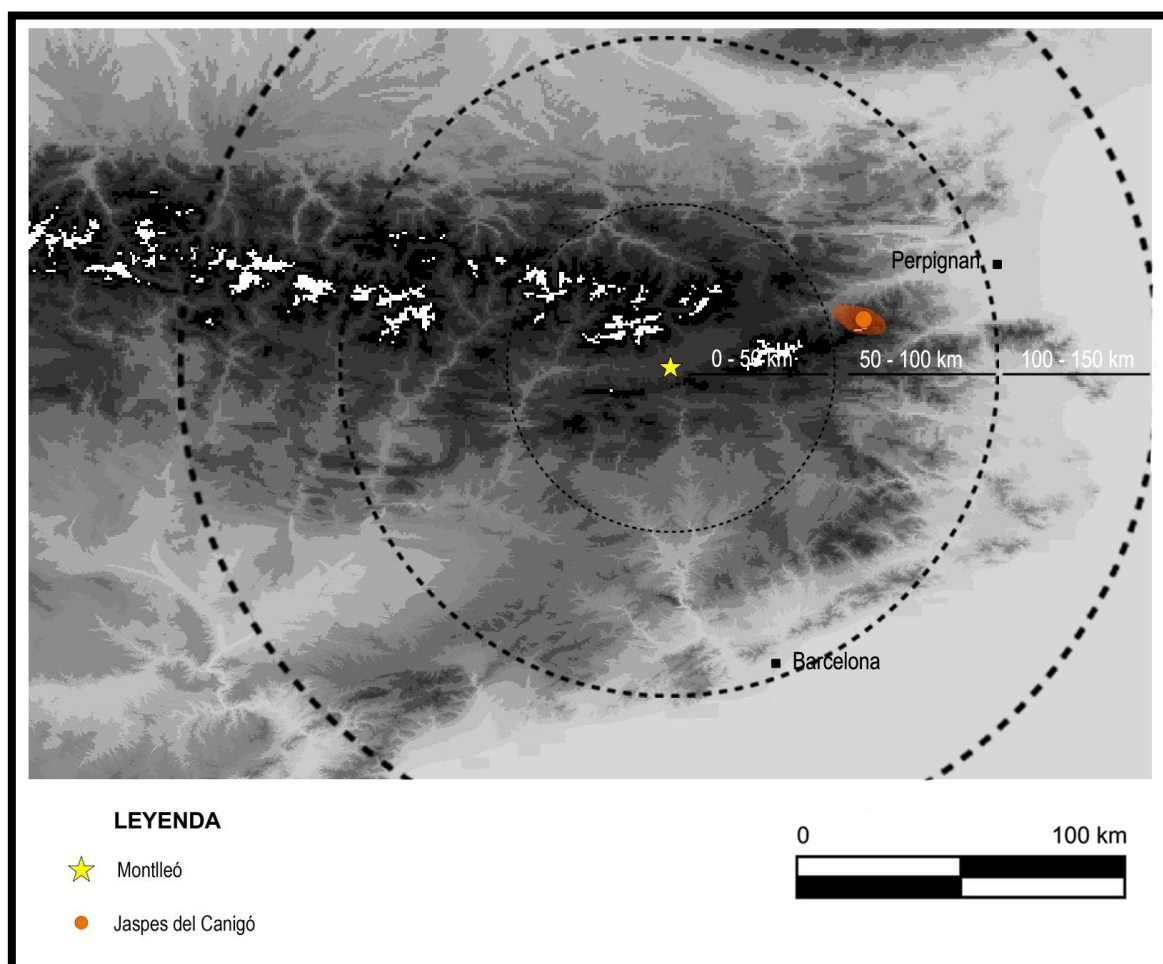


Fig. 201 – Mapa de aprovisionamiento para los jaspes de Montlleó.

### 6.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica

El análisis macroscópico de la industria lítica retocada del yacimiento de Montlleó ha aportado otros datos de interés que consideramos necesarios exponer. A continuación se detallarán características como la presencia del córtex, las alteraciones o el peso y de qué manera afectan o se presentan para cada uno de los seis litotipos diferenciados.

#### 6.2.2.1 Medida del grano

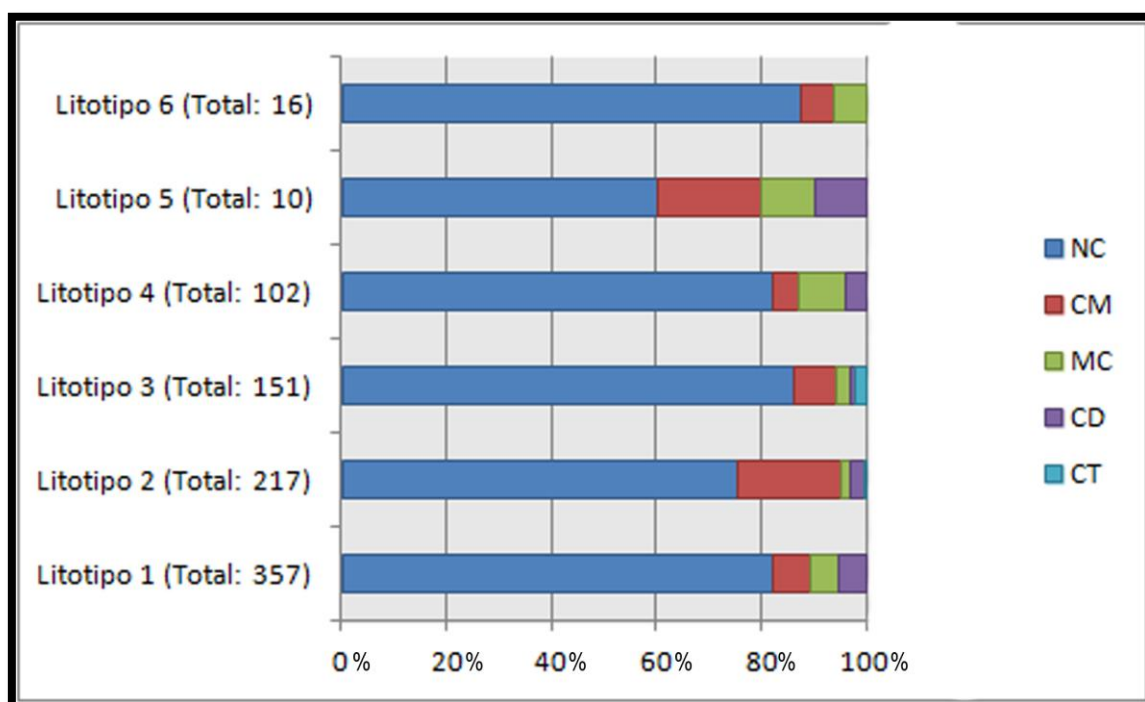
Los sílex del conjunto retocado estudiado del yacimiento de Montlleó poseen por lo general grano fino y superficies lisas, hallando casos de sílex con grano muy fino y superficies extremadamente lisas y de otros más gruesos y con rugosidades. Así, de los seis litotipos diferenciados, aquellos que presentan grano más fino y por tanto, en principio, una mayor aptitud a la talla, son los pertenecientes al litotipo 4. Los sílex adscritos a los litotipos 1, 3 y 5 también poseen grano fino y, en general, una buena aptitud a la talla. Por el contrario, aquellas silicificaciones menos aptas para ser talladas por poseer grano más grueso y superficies algo rugosas y con fisuras serían las pertenecientes a los litotipos 2 y 6.

#### 6.2.2.2 Presencia de córtex

La presencia de córtex en el sílex puede ser, como se ha comprobado anteriormente, un importante indicador para averiguar el tipo de gestión que se produjo el material (presencia de evidencias de transporte o no) y la litología de la formación encajante. En el caso de los seis litotipos diferenciados para el conjunto estudiado de Montlleó (fig. 202), aquellos que presentan un porcentaje cortical más elevado son los pertenecientes al litotipo 2 (si obviamos el litotipo 5, pues únicamente está representado por 10 piezas), con un porcentaje de elementos corticales del 25%. Éstos, no obstante, son mayoritariamente córtex marginales (19,35%). Sin embargo, los sílex pertenecientes al litotipo 3 son los que presentan menores porcentajes corticales, alcanzando el 86% de No Corticalidad. Seguidamente se encuentran los litotipos 1 y 4, cuyos porcentajes de No Corticalidad superan el 82%.

Cabe tener en cuenta, no obstante, que estamos ante útiles retocados y núcleos, por lo que es habitual que los porcentajes corticales sean menores. De todos modos, la presencia reducida de córtex, aunque estemos ante materiales de los últimos estadios de la cadena operativa lítica, es un indicador de la llegada al yacimiento de nódulos desbastados y de pequeñas dimensiones o bien de soportes ya preconfigurados que acaban de trabajarse en el sitio. Este dato concuerda perfectamente con los resultados obtenidos tras el estudio de una parte del material retocado del yacimiento que realizó Langlais (2007), y en el que se dio a conocer la existencia de diversas cadenas

operativas líticas para la configuración del utillaje retocado. Así, las láminas llegarían ya talladas al sitio, y es en el yacimiento donde tendría lugar la producción de laminitas a partir de núcleos de tamaño reducido (Langlais 2007). Además, si tenemos en cuenta las distancias de las fuentes de abastecimiento al yacimiento, en prácticamente todos los casos (a excepción del litotipo 6) éstas superan los 100 km de distancia, por lo que el material llegaría como soportes ya preconfigurados, habiéndose realizado previamente, quizás en el mismo lugar de aprovisionamiento, los primeros estadios de la cadena operativa lítica (decorticado y primera configuración del soporte).



**Fig. 202** – Presencia de córtex según los litotipos identificados. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

### 6.2.2.3 Alteraciones

Las principales alteraciones que se han determinado tras el análisis macroscópico del material han sido la pátina blanca y las alteraciones térmicas. Éstas afectan de manera desigual en función del litotipo (fig. 203), pero en conjunto se trata de un conjunto lítico bastante alterado, en relación directa con el tipo de asentamiento, al aire libre, y con importantes procesos postdeposicionales.

La pátina blanca es, por tanto, la principal alteración que afecta de manera desigual según el litotipo. Así, en el caso del litotipo 2 alcanza el 74,20% y, en cambio, en el litotipo 4 únicamente aparece en un 5,88% de los casos. Los litotipos 1 y 3 presentan porcentajes de 49,02% y 39,73% respectivamente. La diferencia de afectación entre litotipos posiblemente se deba a la mayor o menor porosidad de las silicificaciones. Así, los sílex del litotipo 2, originados en una facies sedimentaria de tipo continental lacustre evaporítica, poseen grano más grueso y algunas fisuras que podrían relacionarse con una mayor porosidad que comportaría una mayor alteración por pátina blanca. En cambio, los sílex pertenecientes al litotipo 4, con un grano en ocasiones extremadamente fino y unas superficies lisas y homogéneas, serían menos porosos y quizás por eso resultarían en una menor afectación por pátina blanca.

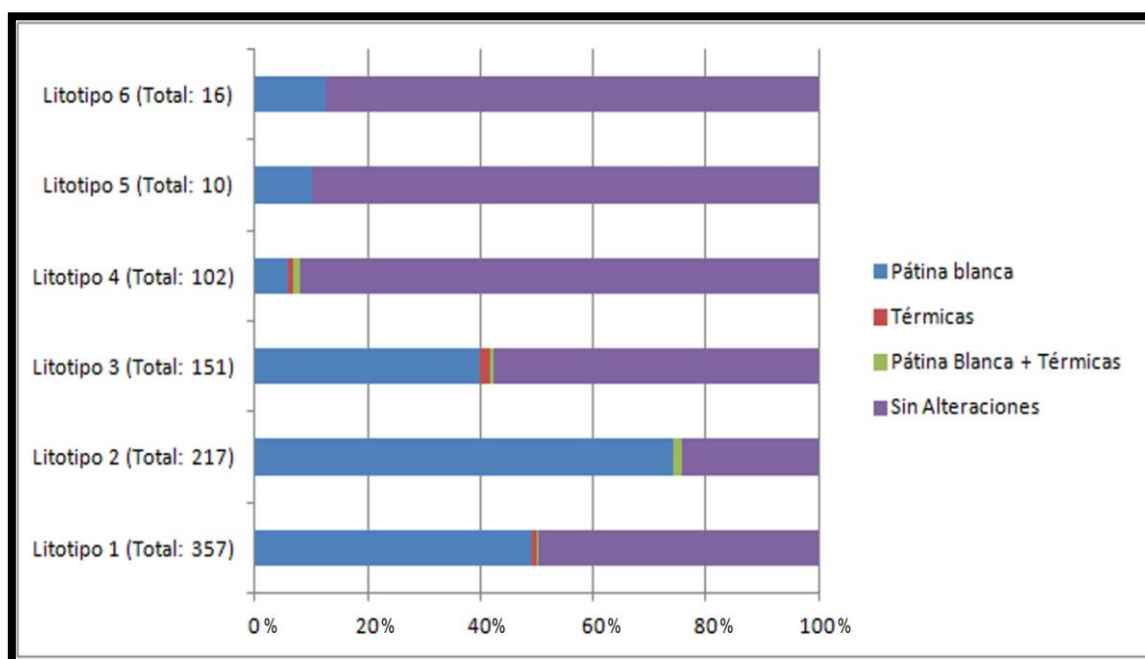
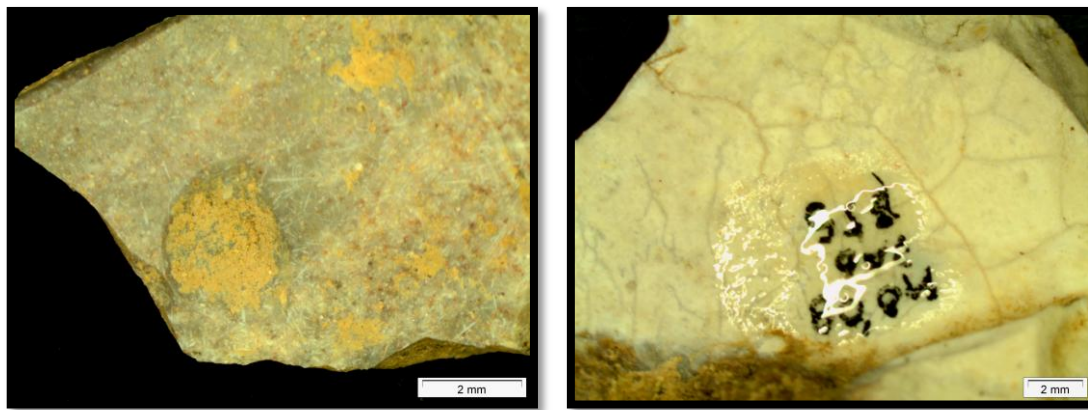


Fig. 203 – Principales alteraciones observadas en los distintos litotipos.

Las alteraciones térmicas, en cambio, afectan a los litotipos 1, 2, 3 y 4, con porcentajes que oscilan entre el 1 y el 3% en función del litotipo. Las cúpulas térmicas y los craquelados son las principales alteraciones térmicas del conjunto (figs. 204 y 205).



**Figs. 204 y 205** – Cúpula térmica (izq.) y pátina blanca con craquelado (dcha.) observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 4 (izq.) y 2 (dcha.).

#### 6.2.2.4 El peso

El peso es un indicador de la cantidad de materia que fue aportada al yacimiento y, por tanto, es un elemento importante en el estudio arqueopetroológico. Así, las 853 piezas que han podido ser adscritas a uno de los 6 litotipos pesaban en conjunto 2,072 kg. Al dividir este peso en el correspondiente para cada grupo, los litotipos 1 y 2 poseen un mayor peso, con porcentajes del 35,35% del peso del conjunto para el litotipo 1 (733 g) y del 39,79% para el litotipo 2 (825 g). El litotipo 3 representaría un 12,87% del total, con 267 g, el litotipo 4 un 8,08% (167 g), el litotipo 5 un 2,91% (60 g) y el litotipo 6 un 1% (21 g) (fig. 206).

Hemos aprovechado para dividir el peso de cada litotipo por el número total de elementos que lo componen, obteniendo resultados bastante homogéneos (fig. 207). Resalta el valor teórico por efectivo que alcanzarían los sílex del litotipo 5, con 6,02 g, pero cabe recordar que se trata de un tipo de sílex formado por únicamente diez piezas, por lo que no puede tenerse en cuenta. El resto de tipos presentan porcentajes bastante similares comprendidos entre 1 y 3 g y siendo el litotipo 2 el que poseería un peso teórico por efectivo más alto (3,80 g), posiblemente vinculado al hecho que se trata de un tipo de sílex de peor calidad que llega al yacimiento en forma de soportes de dimensiones mayores y cuyos núcleos no se llegan a agotar. El litotipo 2 vendría seguido del litotipo 1, con 2,05 g, y por debajo se situarían los litotipos 3 (1,77 g), 4 (1,64 g) y 6 (1,29 g).

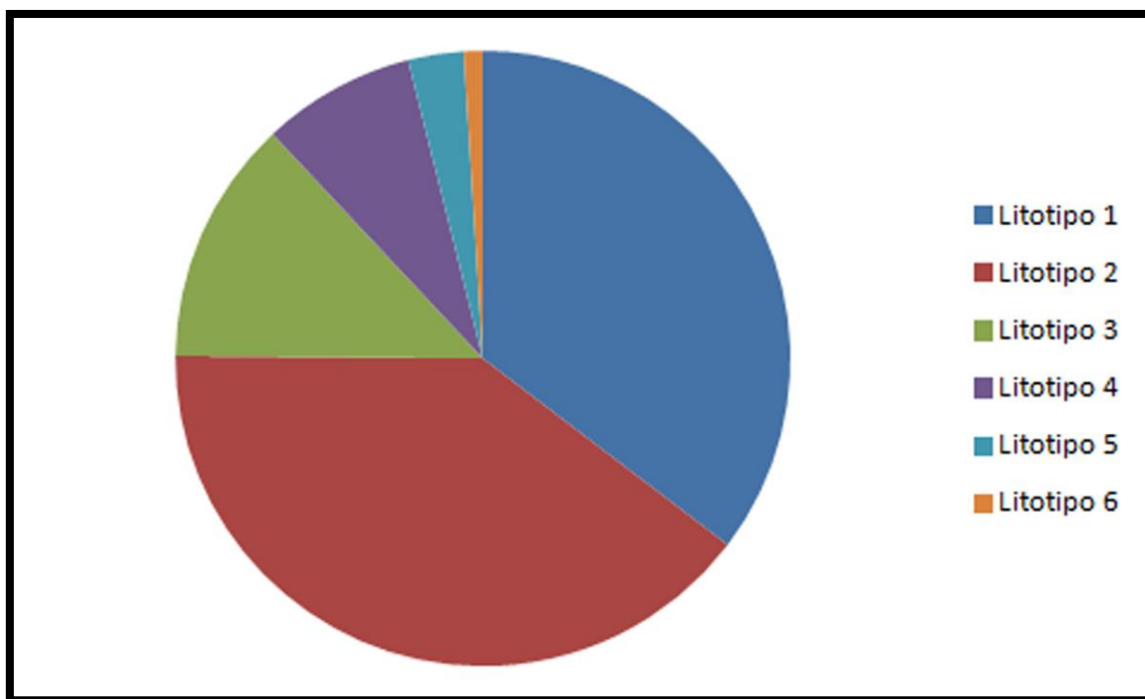


Fig. 206 – Representación porcentual del valor real del peso para cada litotipo.

De todo ello se desprende que se emplearon similares estrategias de gestión para los diferentes litotipos explotados en el yacimiento, obteniendo, por lo general, soportes de dimensiones reducidas.

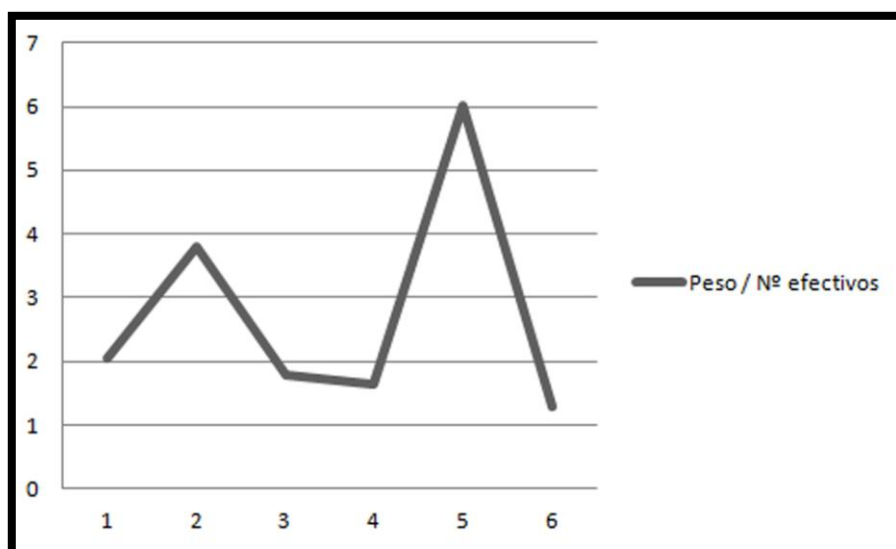


Fig. 207 – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo.



### 6.2.3 Estudio de la distribución espacial de los restos a lo largo de la secuencia estratigráfica: litotipos

Para el desarrollo de este análisis hemos empleado las técnicas que ofrecen los sistemas de información geográfica (SIG) mediante el programa *QuantumGis*, que ha permitido la creación de unos mapas de distribución espacial en planta y sección de los diferentes tipos de sílex identificados. Al estar ante un yacimiento que ha sufrido importantes procesos postdeposicionales y los materiales, por tanto, muy posiblemente no se hallen en la posición original de deposición, hemos optado por realizar el estudio de distribución espacial únicamente en el sector B, pues la distribución a lo largo de la secuencia estratigráfica del conjunto retocado del sector C apenas ha dado resultado.

Al observar el conjunto retocado del sector B a lo largo de la secuencia estratigráfica, resulta imposible discernir diferentes niveles de ocupación (fig. 208). El material se distribuye en planta de manera homogénea, hallando importantes vacíos en las líneas de los 9 y 10 debido a la presencia de bloques. Se ha identificado una concentración de materiales en el extremo nordeste de la cuadrícula, donde gracias al efecto retentivo que han jugado los bloques situados algo más al sur, el material no ha sido desplazado hacia los cuadros situados en líneas inferiores.

En la sección sur-norte está muy marcada la pendiente existente, que es hacia el sur. Los materiales se concentran en cotas de -60 hasta -210 cm, pese a hallar *outsiders* en cotas inferiores y correspondientes mayoritariamente a piezas aparecidas en el sondeo de los cuadros 4AH y 5AH. No obstante, el material aparece fuertemente concentrado en unas cotas de -160 a -200 cm.

En la sección este-oeste se entrevé una leve pendiente hacia el oeste, apenas perceptible. Los útiles se concentran en cotas de -100 y -200 cm y se detecta la existencia de una pequeña concentración en las líneas AG y AH con unas cotas de en torno a -100 cm (correspondiente a los cuadros situados más al norte de la cuadrícula) y otra concentración más gruesa de material entre -150 y -200 cm que aparece en toda la línea de cuadros.

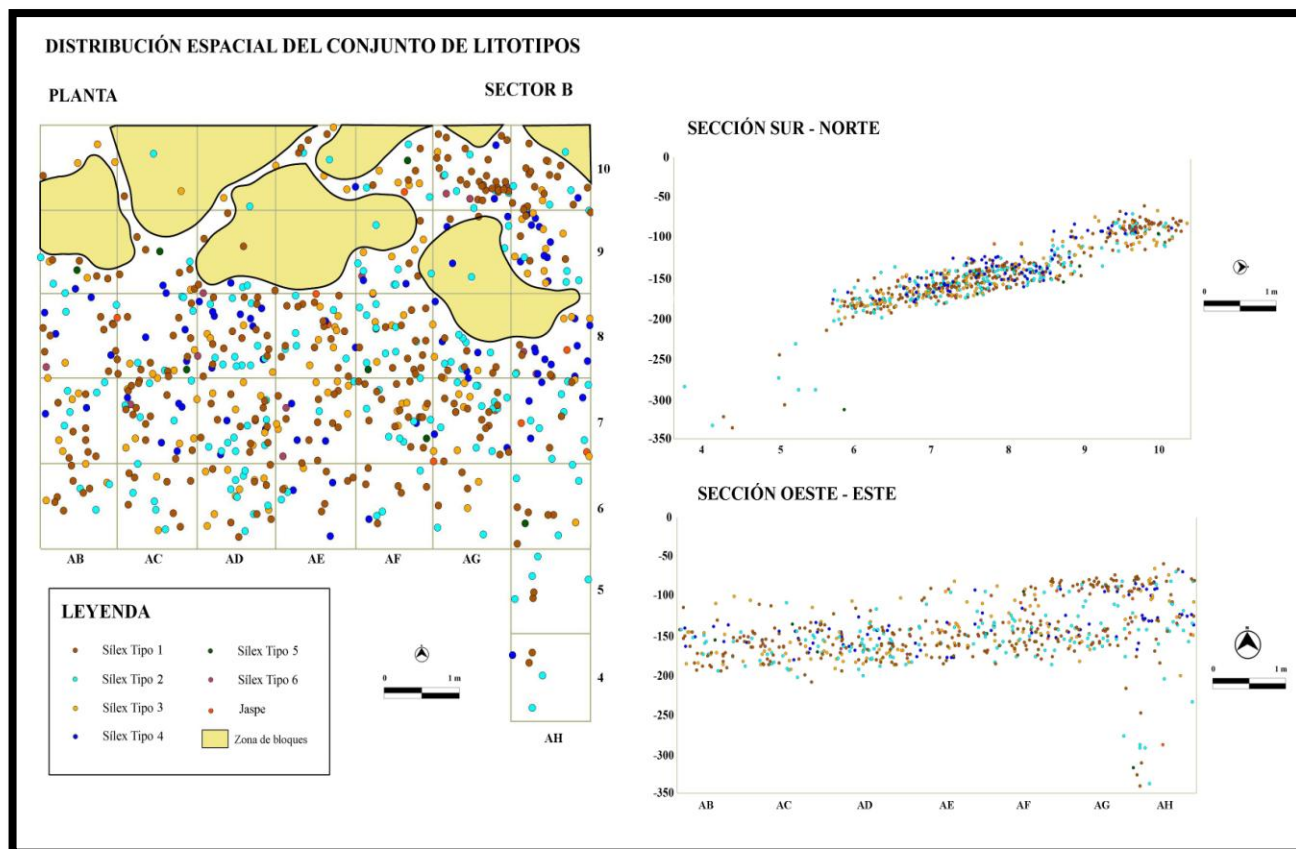


Fig. 208 – Distribución espacial del conjunto de litotipos a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

Con el objetivo de profundizar algo más en la vista en la secuencia estratigráfica hemos procedido a separar el conjunto en función de los tipos de sílex identificados y observar así la distribución de los mismos para intentar aportar nuevos datos.

### 6.2.3.1 Distribución del litotipo 1

El litotipo 1 (fig. 209), sílex lacustre de coloración marrón oscuro, se distribuye uniformemente en planta en las líneas de los 6, 7 y 8. En la línea de los 9 y muy especialmente en la línea de los 10, los restos adscritos a este litotipo se concentran en el espacio entre bloques, habiendo quedado retenidos en los procesos de solifluxión que afectan al yacimiento.

En la sección sur-norte, el material de este litotipo se concentra especialmente en las líneas de los 6, 7 y 8, hallando no obstante y como ya se ha comentado, una concentración en la línea de los 10. La pendiente es acentuada y el material se concentra especialmente en cotas de entre -90 y -110 cm para la línea de los 10 y en cotas de -145 y -190 cm en las líneas 6, 7 y 8.

Para la sección oeste-este, si no tenemos en cuenta los *outsiders* presentes, se entrevén dos posibles niveles. El superior, situado en los cuadros AF y especialmente en AG y AH, corresponde fundamentalmente a lo que en planta se observa en el cuadrante nordeste (concentración entre bloques), que se sitúa a una cota de -90 y -110 cm. El nivel inferior es algo más potente y se situaría en cotas de -145 y -190 cm. Posiblemente se trate de un único nivel de ocupación más prolongado en el tiempo que presenta cotas superiores para los cuadros del norte y cotas inferiores para los centrales y meridionales.

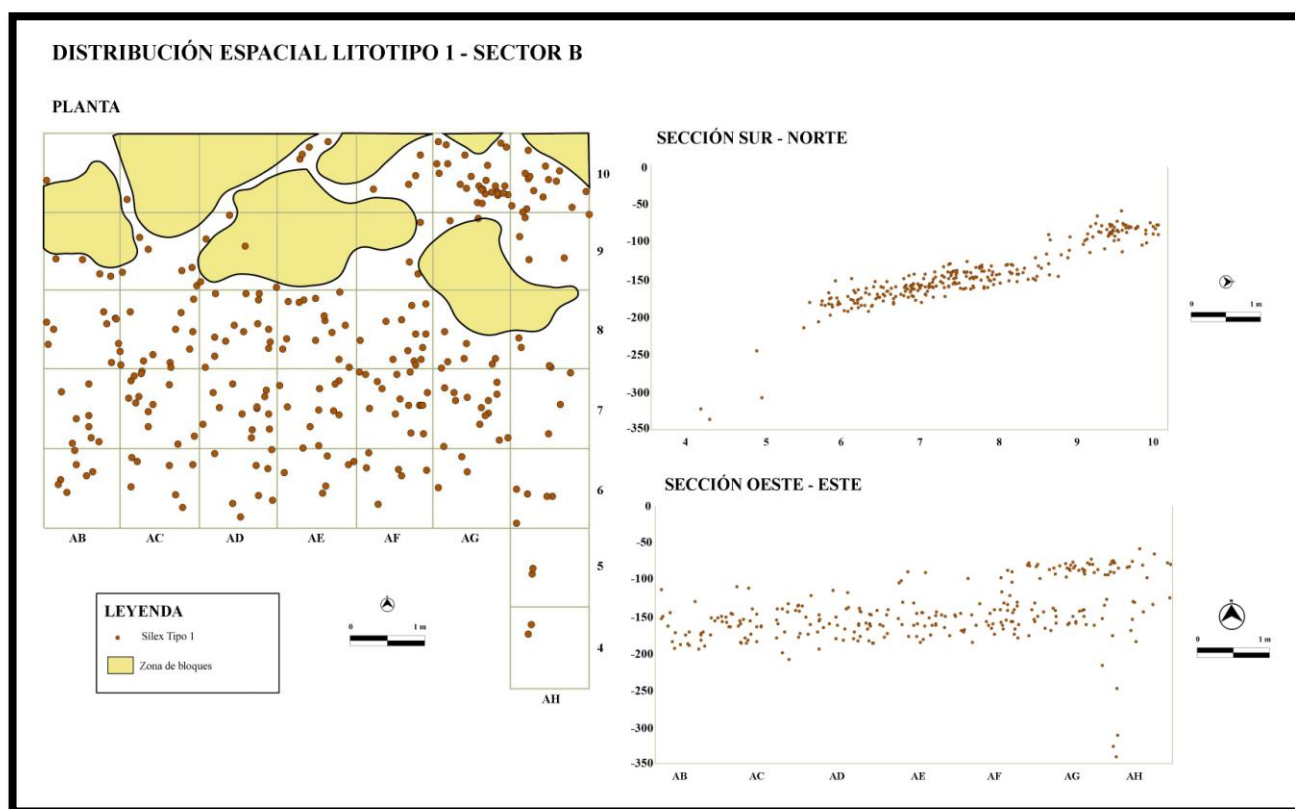


Fig. 209 – Distribución espacial del litotipo 1 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

### 6.2.3.2 Distribución del litotipo 2

La observación de la distribución del litotipo 2 a lo largo de la secuencia estratigráfica (fig. 210) no presenta grandes diferencias respecto a lo observado con el litotipo 1. Así, este tipo de sílex formado en un ambiente sedimentario continental evaporítico, se distribuye de manera prácticamente homogénea por la planta del sector B. En la zona entre bloques aparecen algunas piezas, pero éstas no están tan agrupadas como en el caso anterior.

En la sección sur-norte también se observa una pronunciada pendiente hacia el sur y una concentración especial de materiales en las cotas -145 y -175 cm, hallando, sin embargo, algunos *outsiders*.

En la sección oeste-este, como también se ha observado en el caso anterior, se entrevén dos niveles de ocupación que posiblemente debamos relacionar con la pendiente natural del yacimiento. Así, se intuye una primera línea superior, especialmente observable en las líneas de AE, AF, AG y AH, con una pendiente muy leve, y a unas cotas de -100 cm. La segunda de las líneas, mucho menos marcada, se extendería entre los -140 y los -190 cm.

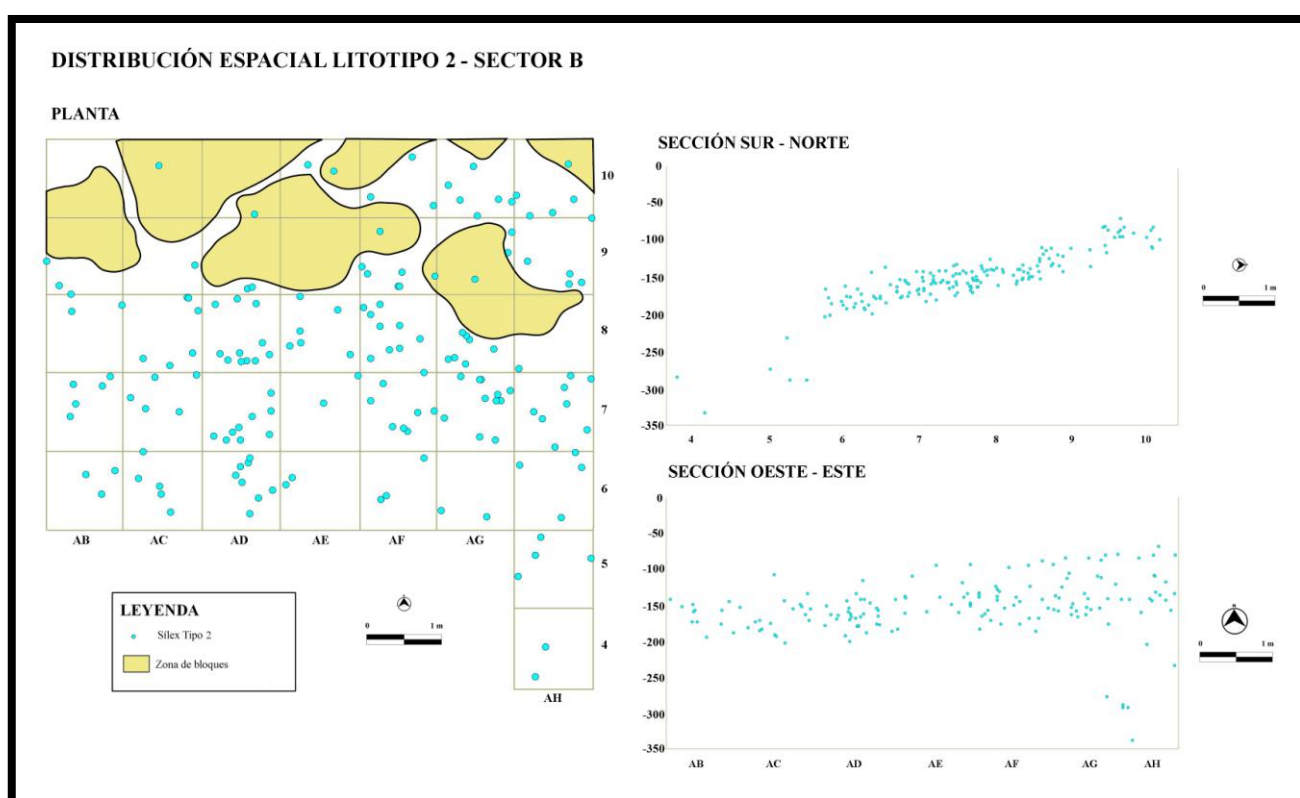


Fig. 210 – Distribución espacial del litotipo 2 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

### 6.2.3.3 Distribución del litotipo 3

Los sílex adscritos al litotipo 3 presentan una distribución a lo largo de la secuencia estratigráfica similar a la observada en los casos anteriores (fig. 211). Es un sílex que posee homogeneidad en su distribución en la planta del sector B, con una pequeña concentración en el cuadrante nordeste junto a algunos bloques que han favorecido su retención.

En la sección sur-norte, del mismo modo que en los casos anteriores, se percibe una clara pendiente hacia el sur. Las cotas más altas se sitúan en torno a -100 cm para los cuadros de la línea 10 y 9 y alrededor de -200 cm para los cuadros de la línea 6.

En la sección oeste-este también se entrevén dos niveles de ocupación que probablemente deban relacionarse con la pendiente natural del yacimiento. Los sílex ubicados en una línea superior, con cotas de alrededor de -100 cm, pertenecerían a los cuadros localizados más al norte de la cuadrícula. La segunda de las líneas, menos marcada, aparecería entre -140 y -190 cm.

Si bien estamos ante un sílex menos recurrente en el registro arqueológico, su distribución, muy similar a la de los litotipos mayoritarios, nos hace pensar que se trate de una aportación recurrente al yacimiento con unos patrones de distribución similares pero en menores proporciones.

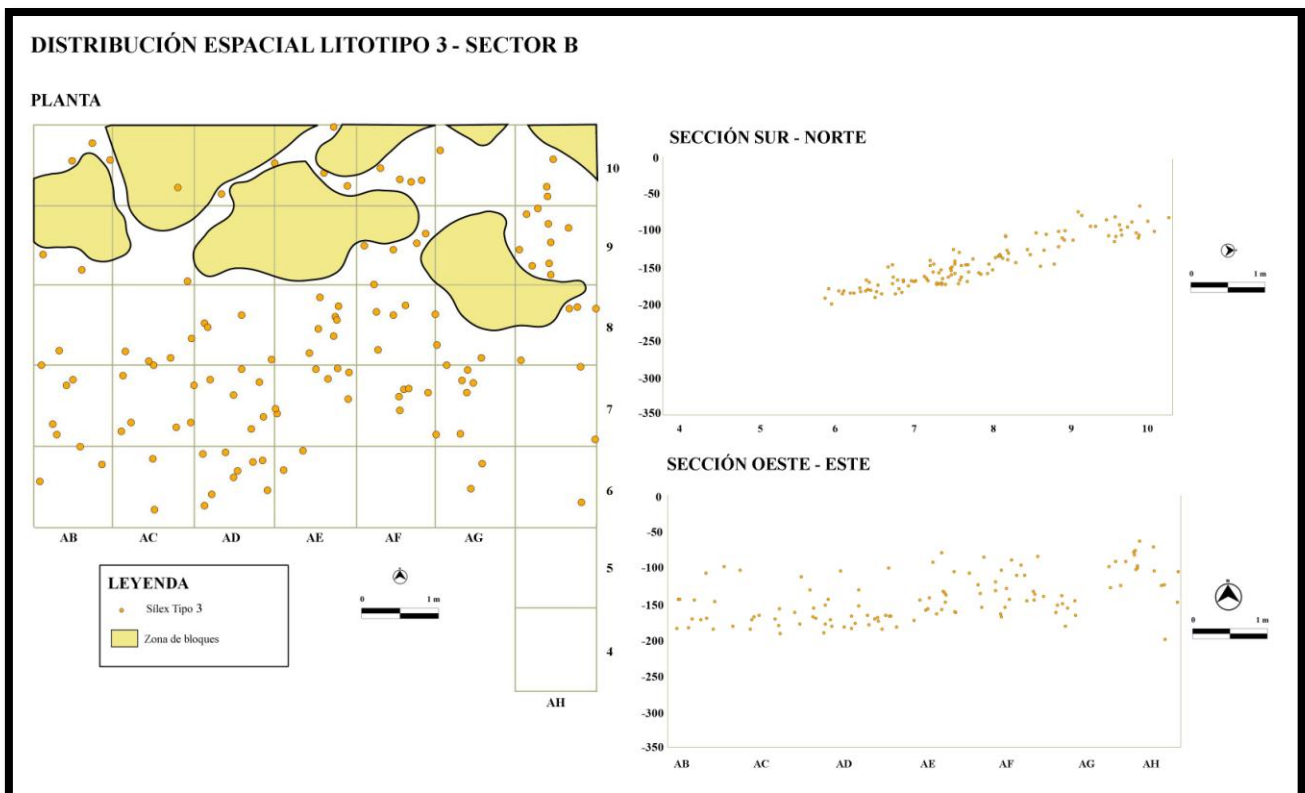


Fig. 211 – Distribución espacial del litotipo 3 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

#### 6.2.3.4 Distribución del litotipo 4

Los sílex del litotipo 4, como en los casos precedentes, presentan una similar distribución espacial a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B (fig. 212). En planta aparecen escasamente representados en la línea de los 6 (presencia en 6AE y 6AF) y se distribuyen homogéneamente en la línea de los 7 y los 8. En la zona de bloques surge una concentración en 9AH, quedando retenidos los materiales por la sujeción de los bloques.

En la sección sur-norte la pendiente hacia el sur es acentuada y los materiales se concentran en unas cotas de entre -120 y -180 cm, aunque debemos mencionar que por encima de -120 cm también se han identificado algunas piezas adscritas a este litotipo.

En la sección oeste-este apenas se entrevé una suave pendiente hacia el oeste. Las piezas se concentran algo más que en los casos anteriores, en unas cotas de entre -140 y -165 cm, aunque también se detecta una agrupación de materiales en las líneas de AG y AH, donde las piezas aparecen en unas cotas de -100 cm.

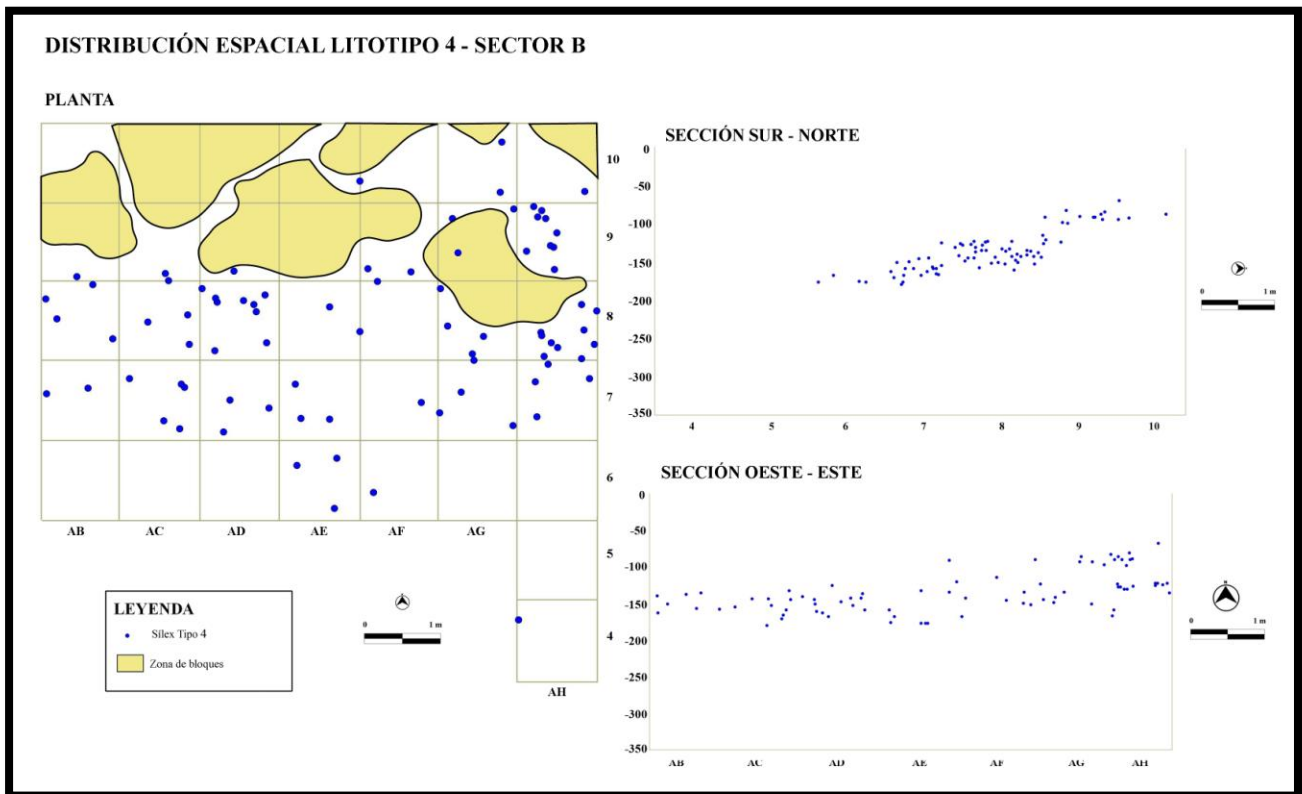


Fig. 212 – Distribución espacial del litotipo 4 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

### 6.2.3.5 Distribución del litotipo 5

El litotipo 5 está formado por escasas piezas que se distribuyen homogéneamente a lo largo de la secuencia (fig. 213). Así, en planta estos sílex aparecen en la línea de los 7, 8, 9 y 10, sin observar concentración alguna de materiales.

En la sección sur-norte los materiales se concentran en cotas de entre -145 y -160 cm, con la presencia de un *outsider*, situado a una altura de -100 cm aproximadamente. La pendiente en este caso es mucho más suave que la observada anteriormente.

Para la sección oeste-este los materiales también aparecen en las cotas mencionadas en la sección sur-norte y en este caso no se entrevé pendiente alguna.

Parece ser que estamos ante un tipo de sílex aportado de manera puntual al yacimiento que aparece en unas cotas más marcadas (de entre -150 y -160 cm fundamentalmente) y distribuido sin un sentido aparente en planta.

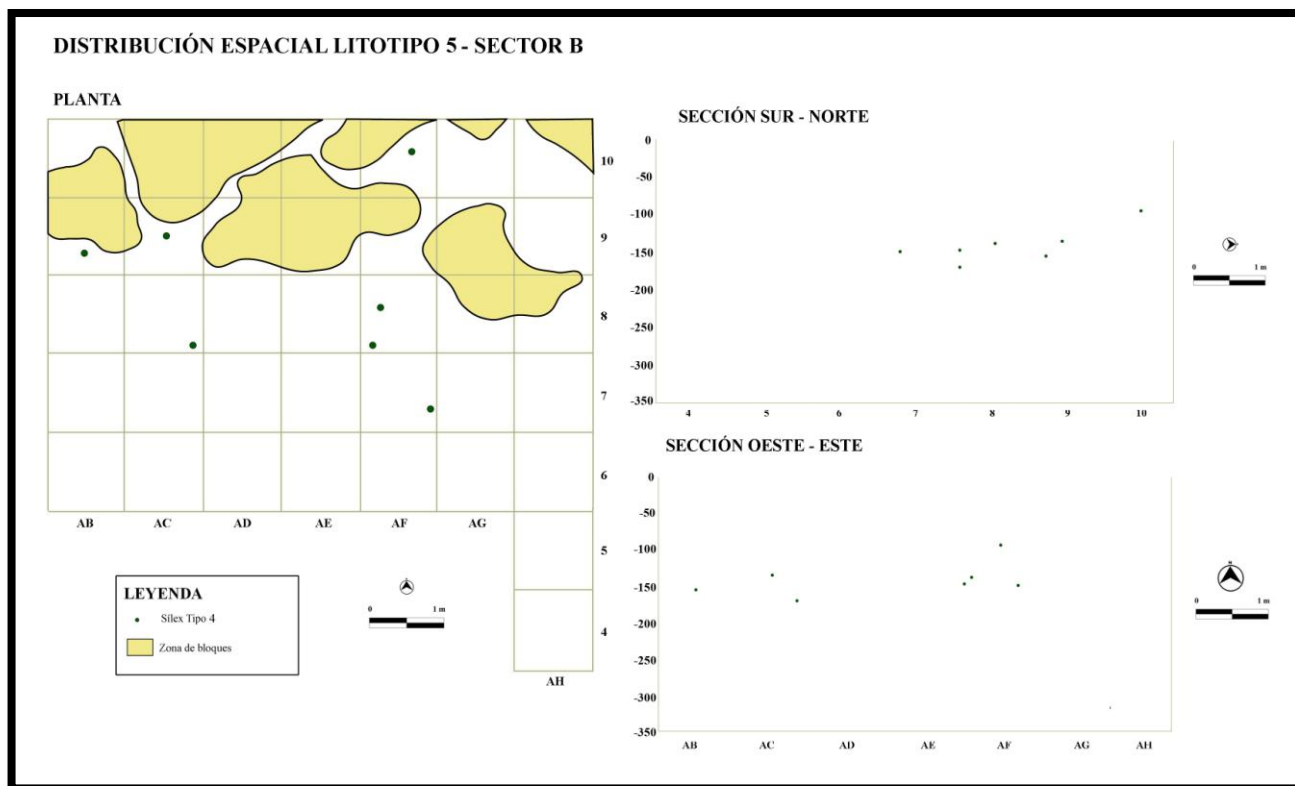


Fig. 213 – Distribución espacial del litotipo 5 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

### 6.2.3.6 Distribución del litotipo 6

El litotipo 6 está representado por escasos elementos. En la secuencia estratigráfica del sector B se distribuye de la siguiente manera (fig. 214).

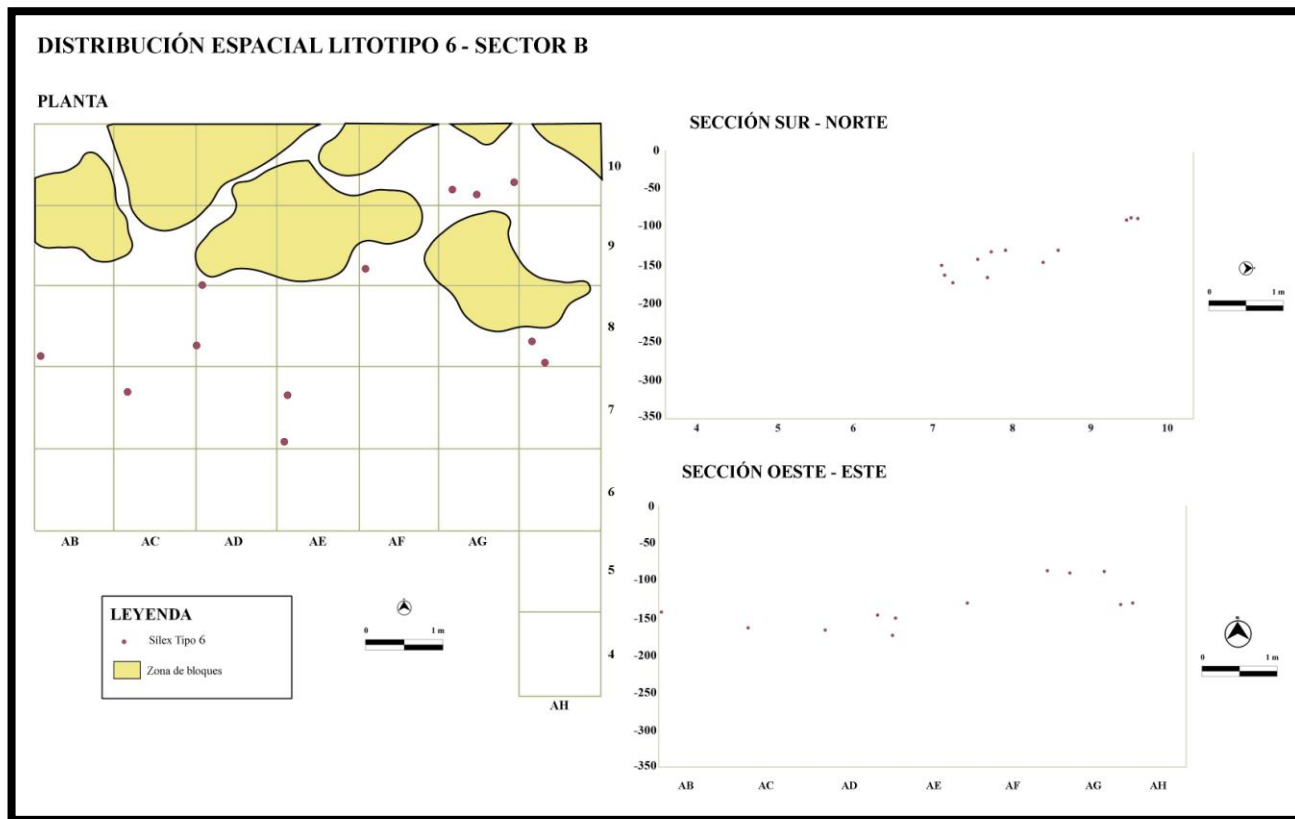


Fig. 214 – Distribución espacial del litotipo 6 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

En planta aparece en las líneas centro-orientales de los cuadros 7 y 8 (7AE, 8AD, 7AC y 8AB), en los que se agrupan 6 piezas. La segunda de las concentraciones aparece en el cuadrante nordeste, con dos piezas en 8AH, un útil en 8AF y tres en 10AG, quedando estas últimas posiblemente retenidas por la acción de sujeción de los bloques.

En la sección sur-norte el material se concentra en la línea de 7, 8 y 9, con cotas de -145 a -165 cm, y en la línea de 10, con una cota superior, de -100 cm. La observación de la distribución de este litotipo en sección muestra una pendiente hacia el Sur.

En la sección oeste-este, las dos concentraciones de materiales que venimos marcando son más acentuadas. Así, en cotas de entre -145 y -165 cm aparece una agrupación en las líneas de AC, AD y AE, y en los cuadros de AG y AH los materiales se sitúan en una cota superior de -100 cm.



### 6.2.3.7 Distribución de los jaspes

Los jaspes analizados del sector B aparecen representados en la secuencia estratigráfica del sector B de la manera siguiente (fig. 215).

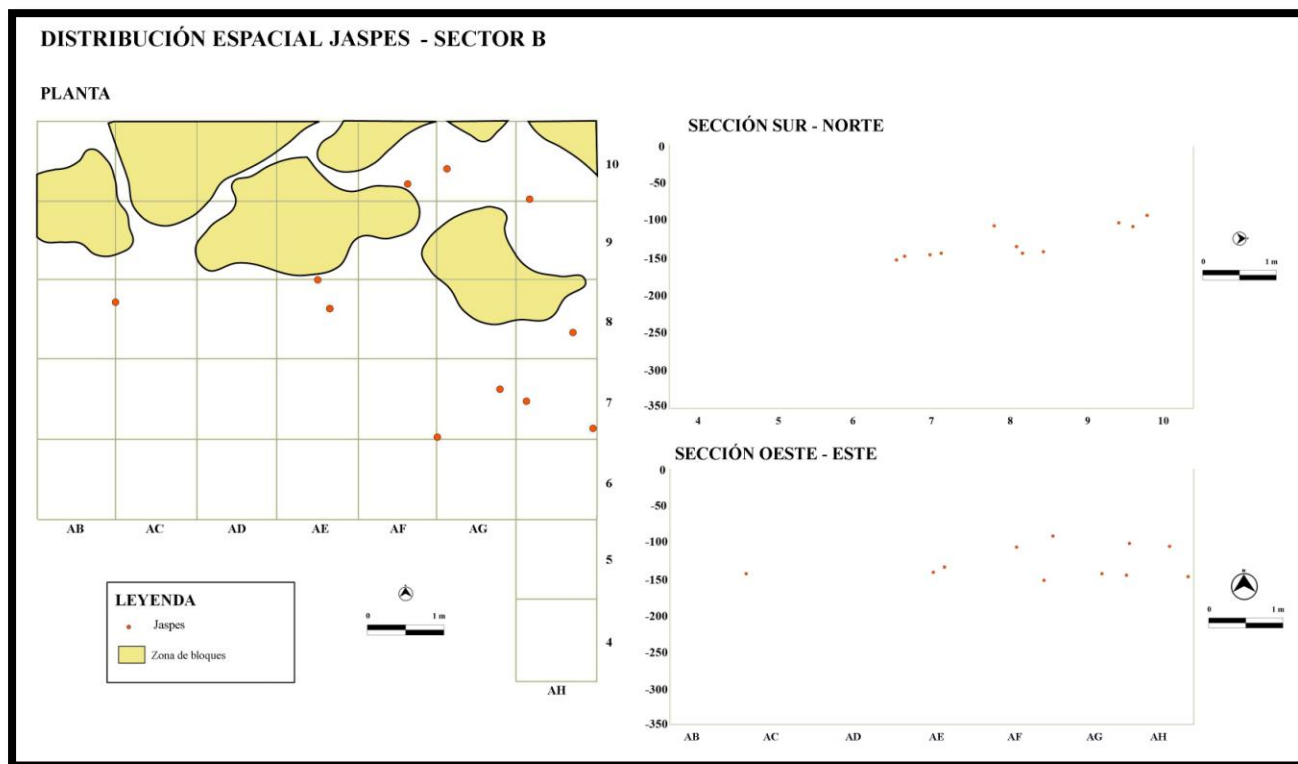


Fig. 215 – Distribución espacial de los jaspes a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B.

En planta se pueden entrever dos concentraciones. Por un lado existe una agrupación de cinco elementos en torno a los cuadros 8AH, 7AG y 7AH. Otras tres piezas aparecen en los cuadros más septentrionales, retenidas por los bloques, en los cuadros 10AF, 10AG y 10AH. Los restantes tres elementos se distribuyen en los cuadros 8AC y 8AE.

En la sección sur-norte se detecta una suave pendiente hacia el sur y los materiales aparecen en las líneas de 7 a 10 en unas cotas de -110 y -150 cm. En la sección oeste-este detectamos dos líneas marcadas. En unas cotas de aproximadamente -100 cm aparece en las líneas de AF, AG y AH el primero de los posibles niveles. El segundo estaría representado en las líneas de AC, AE, AF, AG y AH y se situaría alrededor de los -150 cm. Como ya se ha hecho referencia anteriormente, creemos que estas dos líneas responden a la pendiente del yacimiento. De este modo, en el momento en que

este sílex fue aportado al yacimiento, éste presentaba unas cotas más altas en los cuadros más septentrionales y unas cotas más bajas en los centrales y meridionales.

#### 6.2.3.8 Conclusiones del análisis de distribución espacial por litotipos

El análisis de distribución espacial de los restos en la secuencia estratigráfica del sector B ha aportado algunos datos que cabe tener en cuenta para la posterior interpretación del registro arqueológico. Así, parece que estamos ante una ocupación reiterada del lugar. Con esto queremos dar a entender que no se trataría de una ocupación puntual en un momento específico del Magdaleniense. El registro arqueológico parece no presentar hiatos importantes entre ocupaciones, motivo por el cual no podemos considerar la existencia de niveles diferenciados, pues parece que estamos ante un yacimiento ocupado reiteradamente a lo largo de un mismo momento cronocultural (Magdaleniense inferior, según indican las dataciones y la tipología de los materiales).

Los litotipos 1 y 2 fueron aportados al yacimiento en más cantidad y de manera reiterada a lo largo de la secuencia estratigráfica, pero los litotipos 3 y 4, a pesar de presentarse en proporciones inferiores a los dos primeros, muestran una similar repartición en el registro. Todo esto nos lleva a pensar que estamos ante cuatro tipos de sílex explotados reiteradamente durante un mismo periodo cronocultural, difiriendo los litotipos 3 y 4 del 1 y 2 únicamente en las cantidades de material aportado y relacionándose estrechamente este dato con la distancia recorrida a las fuentes de aprovisionamiento, como más adelante veremos.

Para el caso de los litotipos minoritarios (tipos 5, 6 y jaspes), el análisis de distribución espacial ha aportado nuevos datos sobre la distribución de estas silicificaciones en el registro arqueológico. Parece ser que estamos ante aportaciones puntuales al yacimiento, por la distribución en sección. Además, en ningún caso se observa una única concentración de materiales en una zona específica de la planta, por lo que pensamos que estos litotipos, pese a ser aportados de manera puntual al yacimiento, fueron integrados a las cadenas de explotación existentes y finalmente quedaron repartidos en el registro arqueológico del mismo modo que los litotipos mayoritarios.

#### 6.2.4 Estudio de la distribución espacial de los restos en planta: morfotipos

A continuación exponemos los resultados obtenidos del análisis de la distribución espacial de los restos en planta según los morfotipos, aprovechando para especificar qué litotipos están representados en cada morfotipo y en qué porcentaje.

##### 6.2.4.1 Núcleos

Se han identificado un total de 425 núcleos entre el material retocado, de los que hasta 283 son sobre rocas sedimentarias silíceas (fig. 216). Son mayoritarios los núcleos realizados sobre sílex lacustres, alcanzando un total de 85 piezas (30% del total de núcleos sobre rocas sedimentarias silíceas) y seguidos de los núcleos sobre sílex de tipo 2, que suman 73 ejemplares (26% del total). En porcentajes inferiores pero siempre superiores al 10% están representados los núcleos del litotipo 3 (37 piezas, 13% del conjunto) y litotipo 4 (30 elementos, 11% del total). Los núcleos del resto de litotipos y de los jaspes están presentes en porcentajes inferiores al 3% (2% para el litotipo 6 y los jaspes y 1% para el litotipo 5).

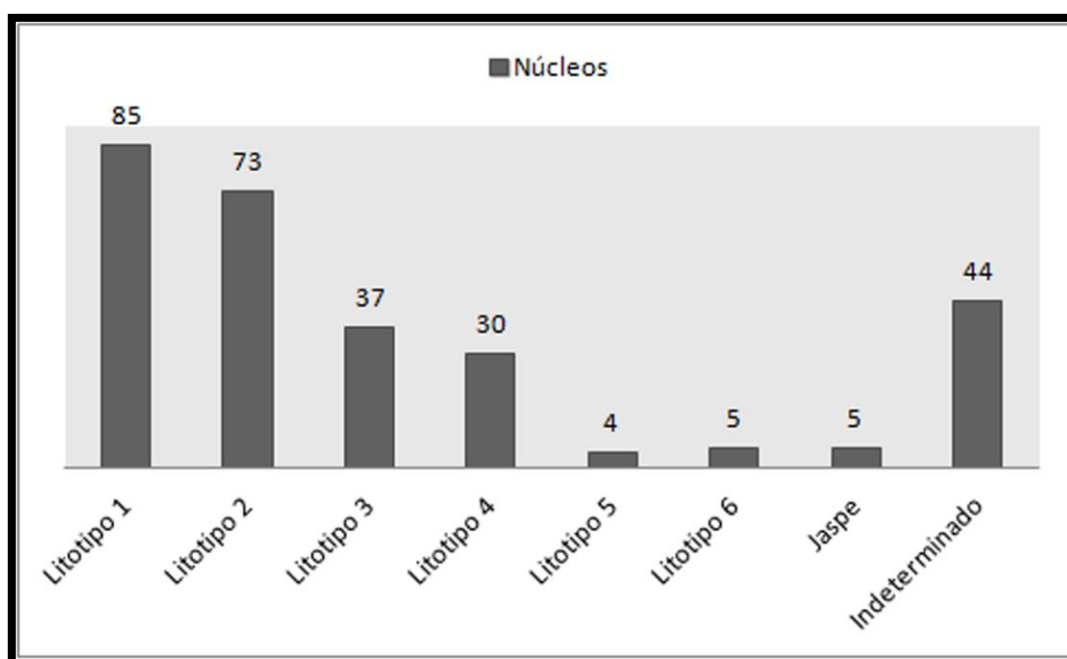


Fig. 216 – Representación de los núcleos identificados para cada litotipo.

Si consideramos el porcentaje que representan los núcleos para la totalidad de sílex definidos de cada litotipo notaremos que los valores generales oscilan en torno al 25 –

30% de núcleos por cada tipo. Sorprende el porcentaje reducido que suponen los núcleos en el litotipo 4, con valores de tan sólo el 11%. También debemos destacar que los núcleos del litotipo 5 suponen un 40% del total de sílex de este tipo. Pero recordamos que se trata de un litotipo minoritario representado únicamente por 10 ejemplares, por lo que no incidiremos más en él.

De los datos anteriormente expuestos se puede extraer que fueron empleadas similares estrategias de gestión de los recursos para todos los litotipos a excepción del litotipo 4, cuyos porcentajes de núcleos son algo más reducidos. Pudo tratarse en este caso de un litotipo cuyos núcleos no fueron abandonados en el yacimiento sino que viajaron con los grupos de cazadores-recolectores, quizás porque no se llegaron a agotar, quizás porque las fuentes de aprovisionamiento de este tipo de sílex no estaban tan próximas a sus áreas recurrentemente más frecuentadas.

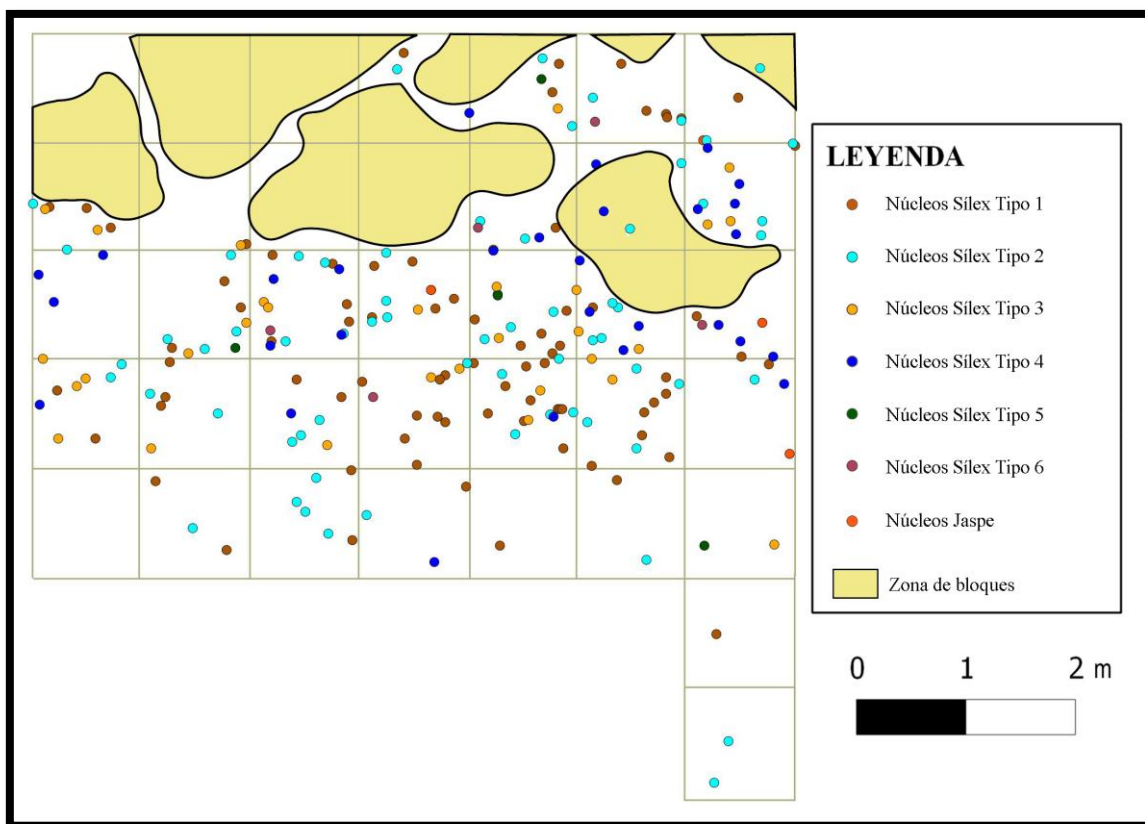


Fig. 217 – Distribución espacial de los núcleos en la planta del sector B.

Si observamos la distribución espacial de los núcleos de los diferentes litotipos en la planta del sector B es posible distinguir una mayor concentración de núcleos en el sector

centro-oriental del yacimiento, aunque éstos aparecen distribuidos en la totalidad de la cuadrícula en proporciones diversas, hallando las concentraciones más elevadas en la zona ya indicada (fig. 217).

#### 6.2.4.2 Raederas

Hasta 101 piezas han sido definidas como raederas dentro del conjunto arqueológico estudiado. Éstas se distribuyen de manera similar en los principales litotipos (litotipos 1 a 4), con porcentajes que oscilan entre 5 y el 10% (fig. 218). Las raederas sobre sílex lacustre (litotipo 1) son las que están mejor representadas, con 34 piezas, lo que supone un 9,5% del conjunto de sílex del tipo 1. La siguen las raederas del tipo 2, con 19 ejemplares y un porcentaje del 8,75%, y algo más reducidos son los porcentajes de raederas en los litotipos 3 y 4, siendo de un 6,62% y de un 4,90% respectivamente.

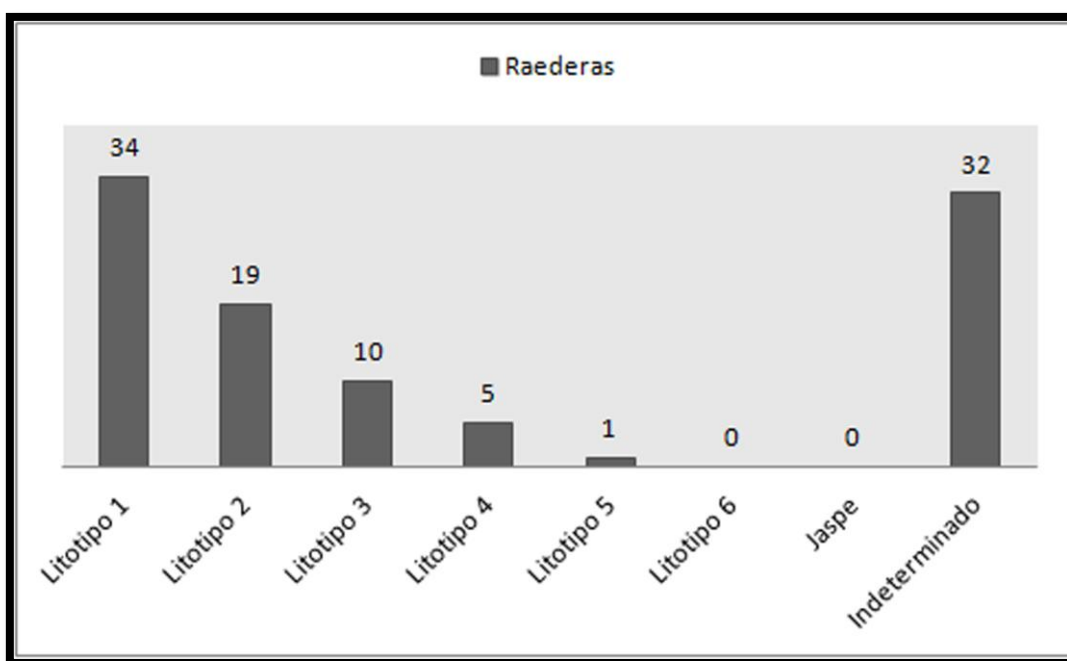


Fig. 218 – Representación de las raederas identificadas para cada litotipo.

De los datos más arriba indicados se desprende que las raederas poseen similares índices de uso para los cuatro litotipos más representados.

La observación de este morfotipo en planta (fig. 219) permite constatar una gran dispersión del mismo, sin una concentración marcada, apareciendo tanto en los

cuadrantes más orientales como occidentales e incluso distribuido entre los grandes bloques.

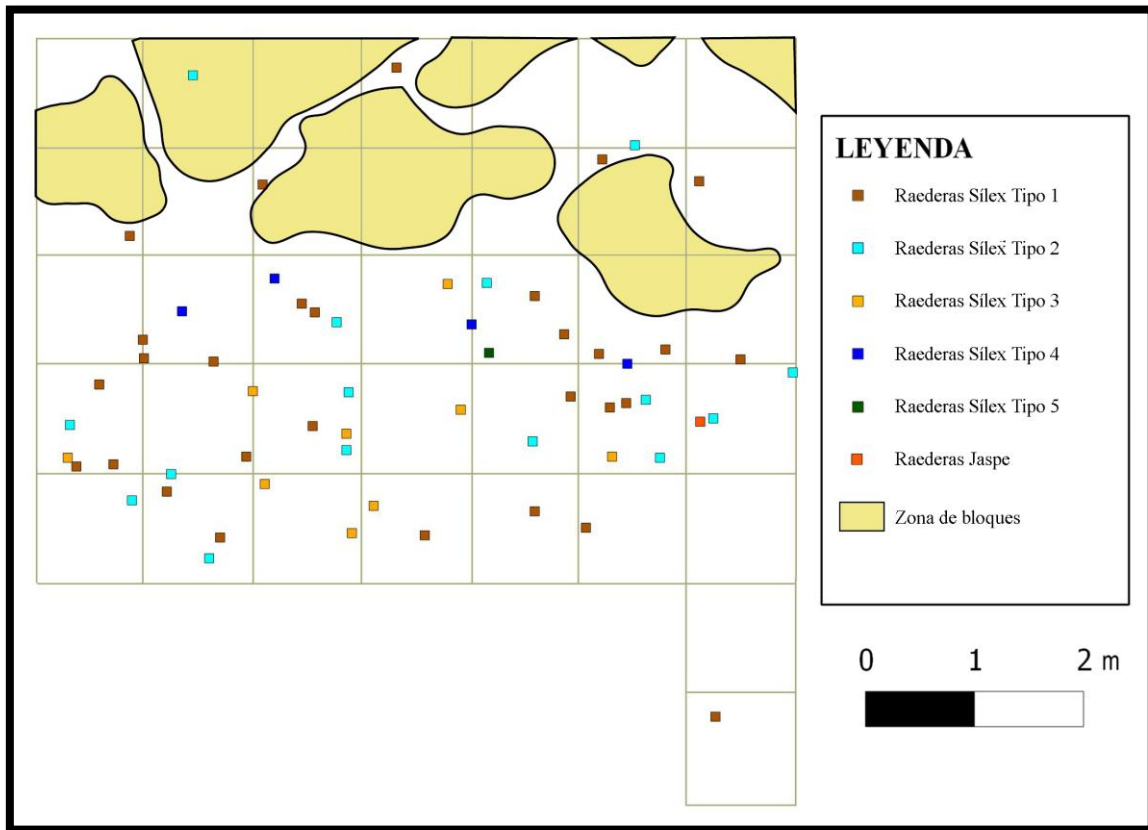


Fig. 219 – Distribución espacial de las raederas en la planta del sector B.

#### 6.2.4.3 Raspadores

Los raspadores suman un total de 62 ejemplares entre el conjunto retocado estudiado. Son mayoritarios los realizados sobre sílex lacustre perteneciente al litotipo 1, con 21 ejemplares. A continuación aparecen los raspadores del litotipo 2, con 13 ejemplares y seguidamente los de los litotipos 3 y 4, con 8 y 5 componentes respectivamente. Un raspador fue elaborado sobre sílex del litotipo 5 y los 14 restantes hasta completar el total de 62 raspadores fueron realizados sobre sílex indeterminados (fig. 220).

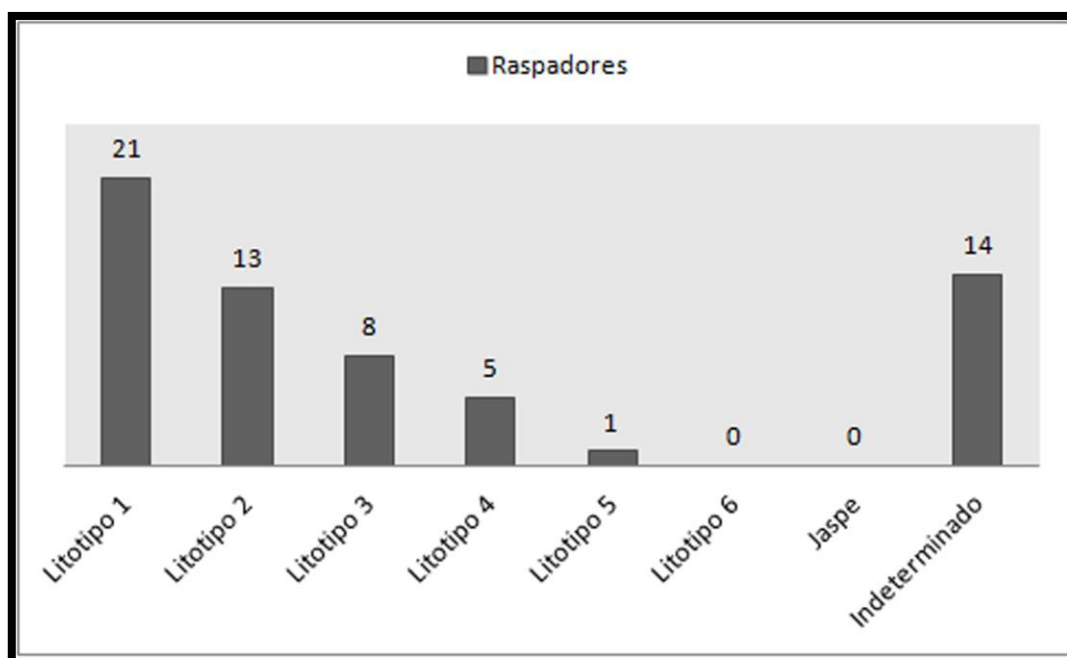


Fig. 220 – Representación de los raspadores identificados para cada litotipo.

Este morfotipo en relación a la totalidad de elementos del conjunto retocado se distribuye de manera similar en los litotipos mayoritarios, con porcentajes de entre el 5 y el 6%. Así, los raspadores en el sílex del tipo 1 representan un 6%, del mismo modo que en el litotipo 2. Para el litotipo 3 los raspadores suman un 5,3% y en el caso de los sílex del tipo 4 reúnen un 4,90%.

La distribución de este morfotipo en la planta del sector B es dispersa, hallándolo fundamentalmente en la línea de los cuadros 7 y 8, pero apareciendo también en proporciones inferiores en la línea de los cuadros 6 y 9 (fig. 221). El raspado de las pieles precisa de amplias superficies, por lo que es totalmente lógica la distribución a lo largo de la secuencia estratigráfica de este morfotipo, alejada de la acumulación de bloques.

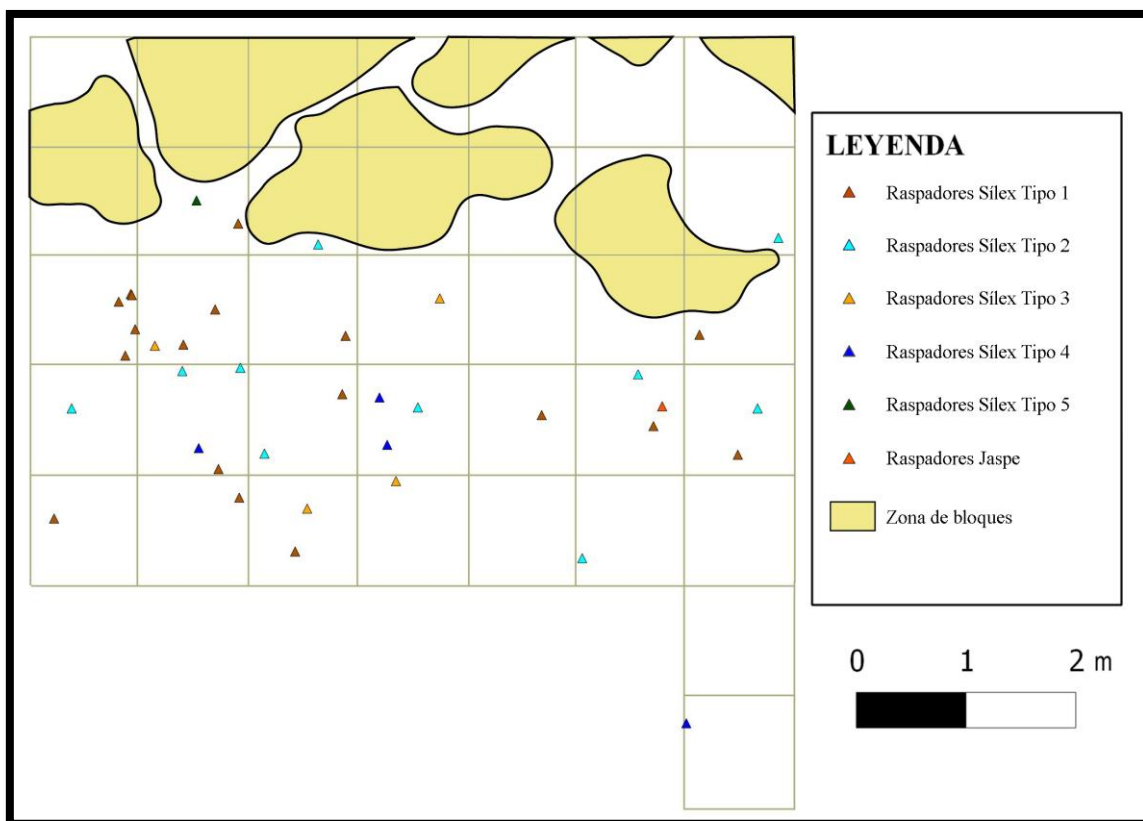


Fig. 221 – Distribución espacial de los raspadores en la planta del sector B.

#### 6.2.4.4 Elementos de dorso

Se han identificado un total de 521 elementos de dorso en el conjunto de material retocado analizado. Son mayoritarios los elementos de dorso del sílex lacustre (litotipo 1), sumando un total de 163 ejemplares. El segundo litotipo lo constituye el sílex de tipo 3, con 65 ejemplares, y seguidamente se encuentran los elementos de dorso del litotipo 2 (54 piezas) y del litotipo 4 (50 unidades) (fig. 222).

La relación de los elementos de dorso para cada grupo es desigual en función del tipo de sílex, siendo superior al 40% para los litotipos 1 (45%), 3 (43%) y 4 (49%) y de un 25% para los sílex evaporíticos del tipo 2.



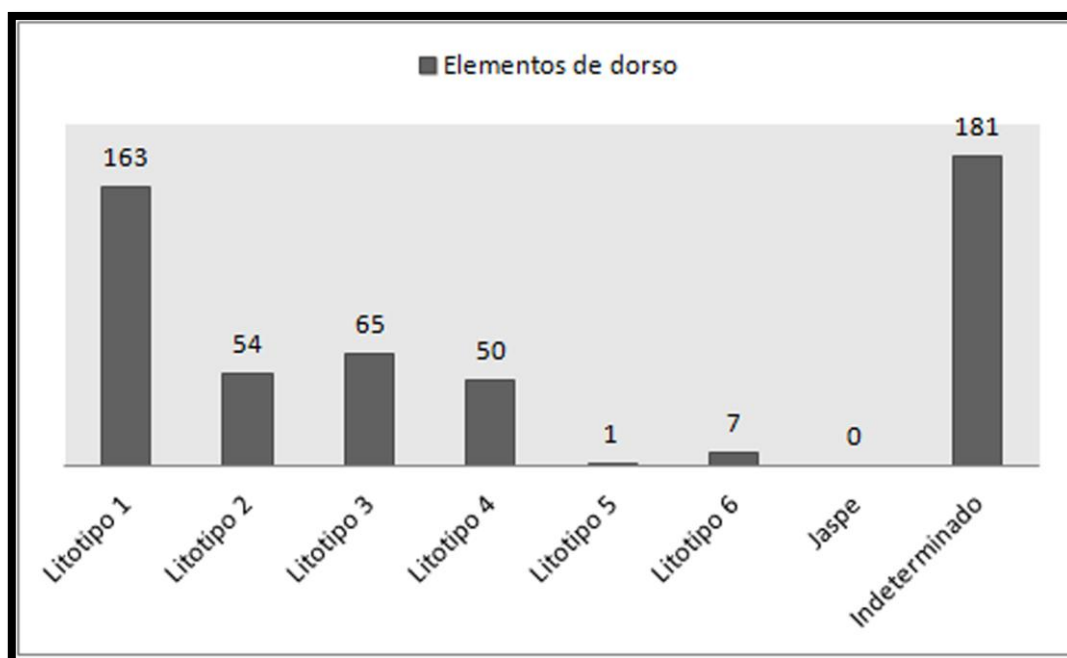


Fig. 222 – Representación de los elementos de dorso identificados para cada litotipo.

De lo anteriormente expuesto se puede llegar a la conclusión de que se emplearon diferentes estrategias de explotación del sílex en función del litotipo, siendo los sílex más empleados para elaborar este morfotipo los del tipo 1, 3 y 4, que a su vez son los que poseen una mayor aptitud para ser tallados (grano más fino y superficies lisas sin fisuras). Los sílex del tipo 2, con un 25% de elementos de dorso, presentan generalmente fisuras y superficies rugosas y, por tanto, menor aptitud a la talla, por lo que es de suponer que la confección de pequeños elementos de proyectil tuvo que ser más complicada con este litotipo.

La distribución a lo largo de la secuencia estratigráfica de estos elementos de retoque abrupto es desigual y es posible observar una concentración en el cuadrante nordeste, en la que estos útiles quedaron retenidos por la acción de sujeción de los bloques o bien abandonados tras fragmentarse. En el resto de la planta se distribuyen sin una preferencia clara, estando presentes en todos los cuadros (fig. 223).

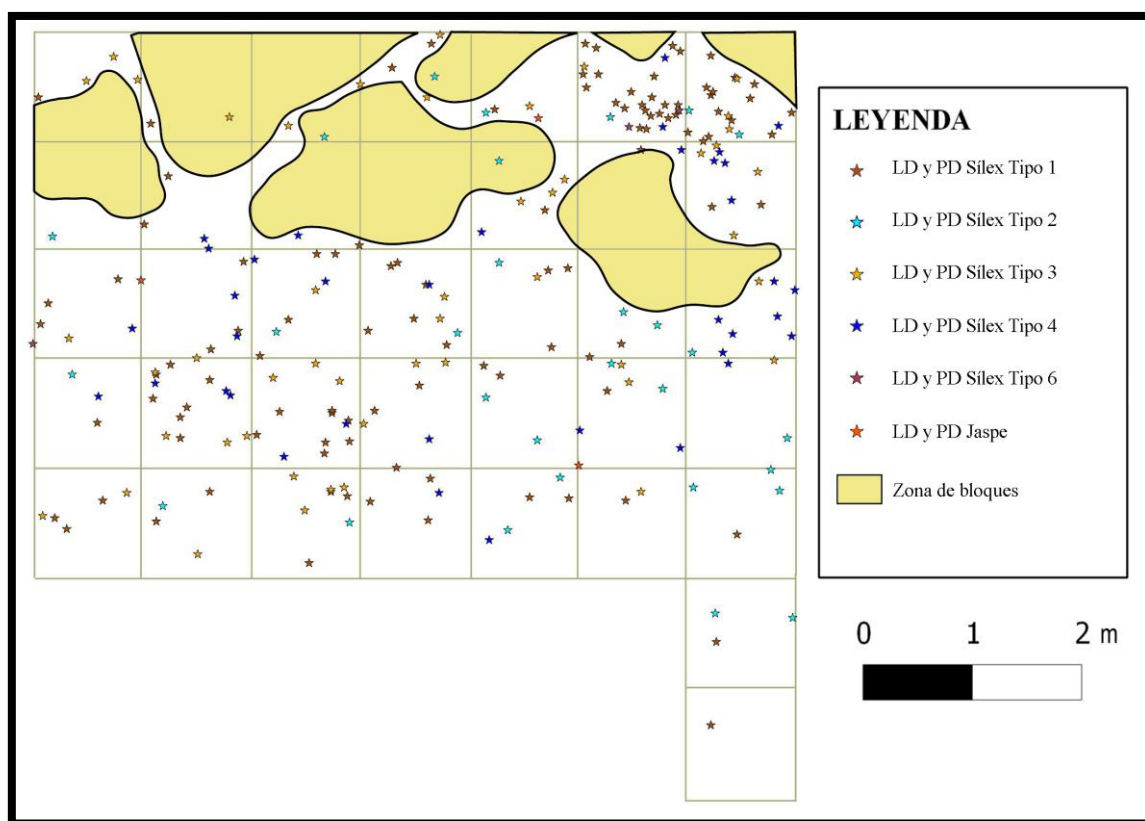


Fig. 223 – Distribución espacial de los elementos de dorso en la planta del sector B.

#### 6.2.4.5 Buriles y perforadores

Finalmente, los buriles y perforadores suman un total de 61 ejemplares en el conjunto retocado estudiado. Son mayoritarios los buriles y perforadores en el litotipo 1, con 15 piezas, seguidos de los pertenecientes al litotipo 2, con 13 unidades. Los buriles y perforadores del litotipo 3 suman 9 elementos y los del litotipo 4 un total de 5 ejemplares. Finalmente los litotipos 5 y 6 poseen cada uno dos piezas y los 15 restantes son indeterminados (fig. 224).

Para los principales litotipos (1 a 4), estos morfotipos están representados en proporciones de alrededor un 5%. Así, los buriles y perforadores suman porcentajes del 6% en los litotipos 2 y 3, de un 5% en el litotipo 4 y de un 4% en el caso de los sílex lacustres (litotipo 1).

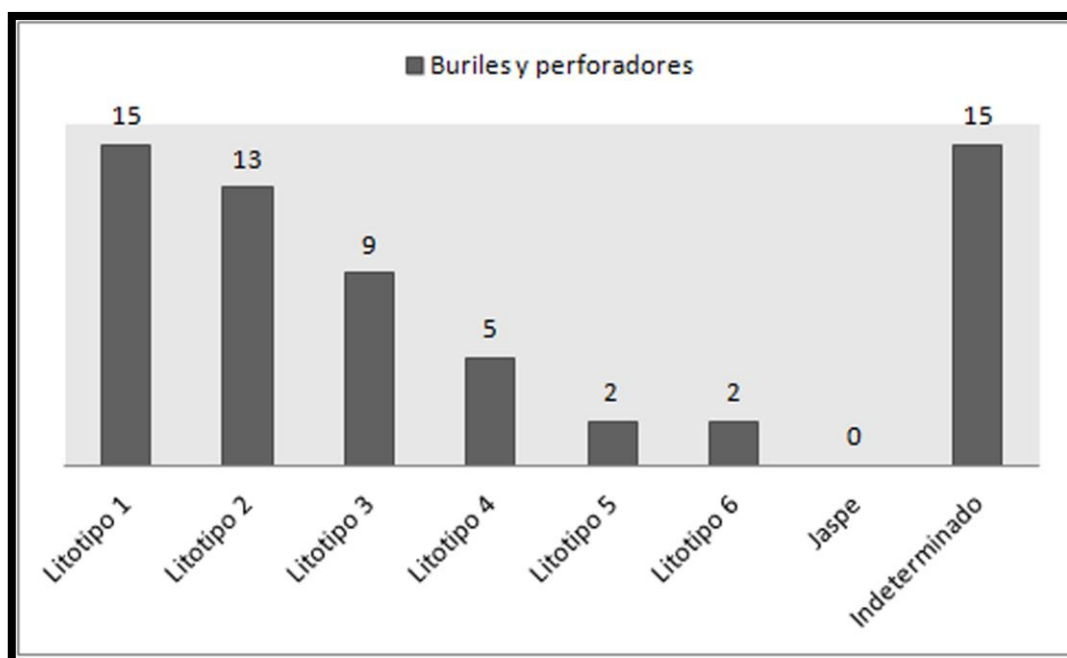


Fig. 224– Representación de los buriles y perforadores identificados para cada litotipo.

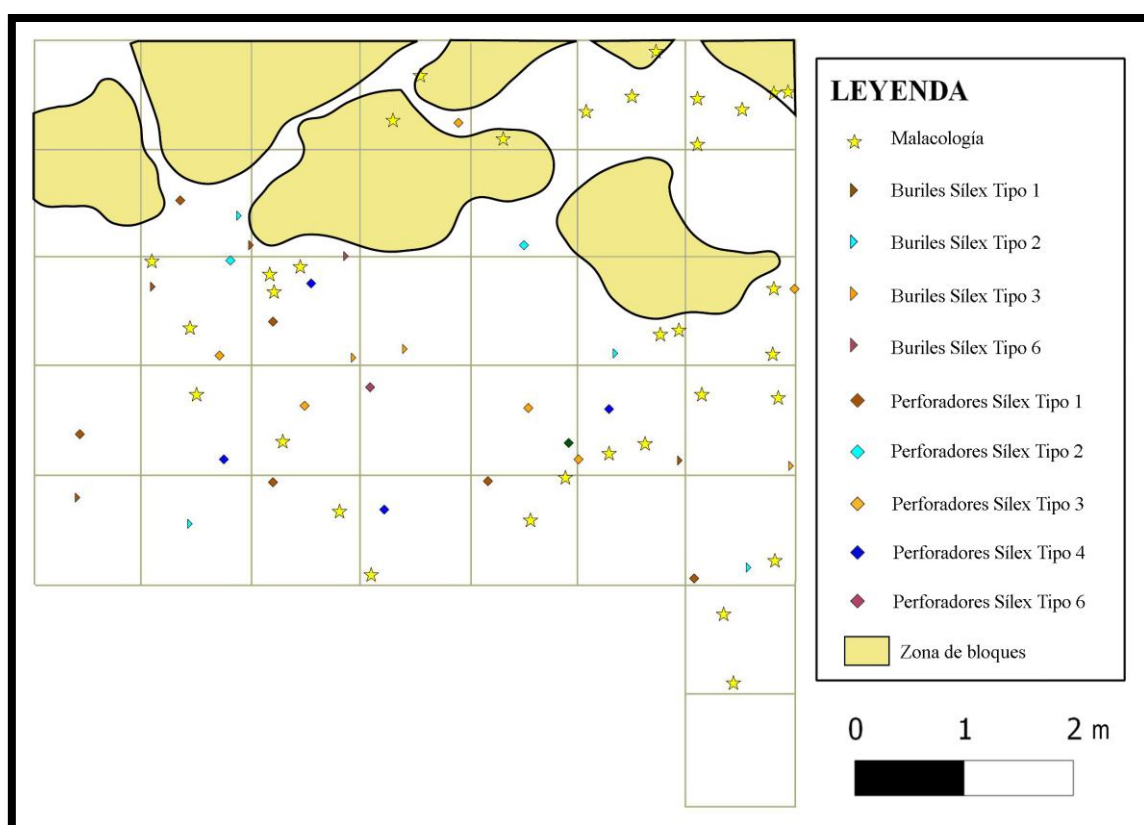


Fig. 225 – Distribución espacial en la planta del sector B de buriles, perforadores y malacología.

En la distribución espacial en planta de este morfotipo (fig. 225) también se ha incluido la dispersión de los elementos malacológicos recuperados, pues estos objetos

ornamentales a menudo presentan perforaciones que generalmente se relacionan con el uso de buriles y perforadores. Si bien este morfotipo aparece representado en planta y sección de manera dispersa, a excepción de una concentración malacológica en el cuadrante nororiental, buriles y perforadores mayoritariamente se localizan próximos a elementos malacológicos. La presencia de una posible concentración de elementos malacológicos en el cuadrante nordeste, donde no se han localizado buriles ni perforadores, podría significar que estamos ante una zona marginal del yacimiento posiblemente utilizada como zona de escombros. Recuérdese que en esta área aparecieron algunos núcleos agotados y una concentración de elementos de proyectil que no hacen sino reforzar la hipótesis de estar ante una posible zona de concentración de escombros.

#### 6.2.5 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico

Con el objetivo de conocer mejor las estrategias de explotación de los recursos empleadas en los diferentes litotipos explotados, hemos procedido a relacionar estos datos con los obtenidos tras el análisis tecno-tipológico previo, llevado a cabo durante las campañas de excavación, donde una vez extraído el material se procede a su estudio tecnológico y clasificación tipológica siguiendo la metodología propuesta por G. Laplace (1974). En el apartado anterior ya se han expuesto algunos datos sobre la presencia de cada morfotipo en los diferentes litotipos, pero a continuación intentaremos profundizar algo más en otros aspectos.

Pese a identificar similitudes entre litotipos debemos destacar la existencia de algunas diferencias interesantes que a continuación exponemos (fig. 226). Así, en los sílex lacustres del tipo 1 observamos el predominio marcado de los elementos de retoque abrupto (52%). El segundo grupo en importancia son los núcleos (24%), seguidos de los elementos de retoque simple (20%) buriles (1,4%), écaillés (0,3%) y foliáceos (0,3%). En porcentajes reducidos (2%) se han documentado útiles dobles (perforadores dobles, raedera dobles y raspadores buril fundamentalmente).

En el litotipo 2, los sílex continentales lacustres evaporíticos, los elementos de retoque abrupto, pese a ser el elemento mayoritario (34%), aparecen en proporciones más reducidas que en el caso del litotipo anterior. El segundo grupo en importancia es el de

los núcleos, que alcanza un valor del 33,6%. Los útiles de retoque simple poseen niveles del 22% y en porcentajes inferiores aparecen los écaillés (6%) y buriles (3%).

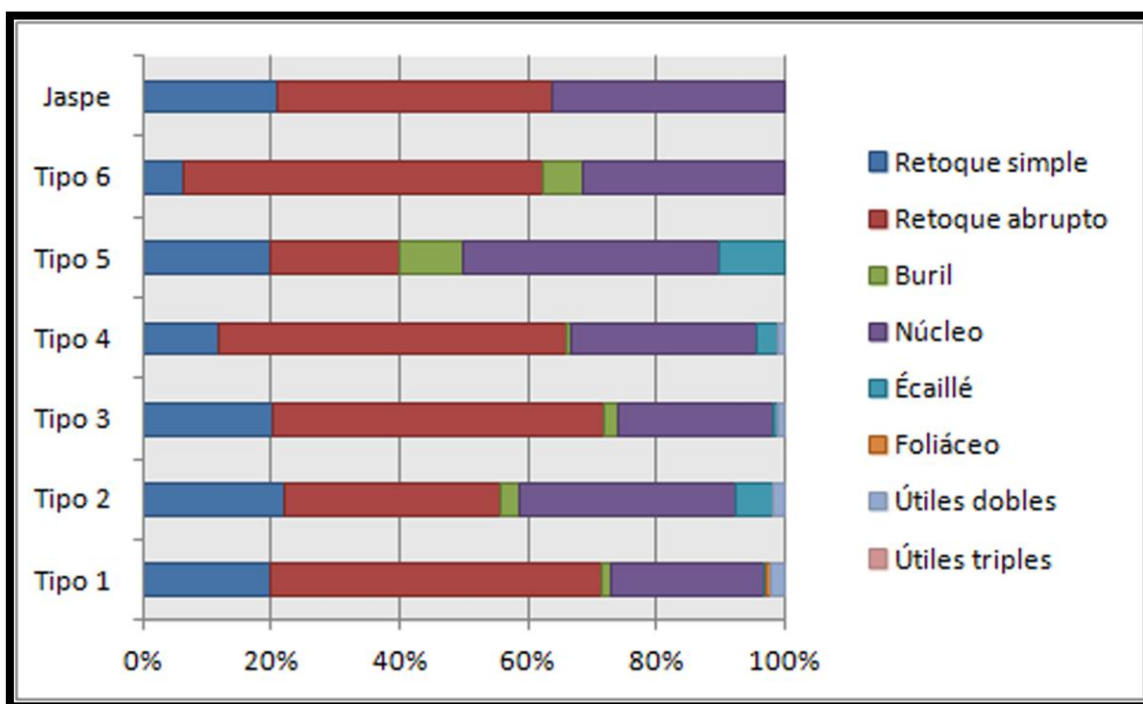


Fig. 226 – Clasificación tipológica de los elementos retocados en función del tipo de sílex.

En los sílex del litotipo 3 los útiles de retoque abrupto son los elementos mayoritarios, con un porcentaje superior al 50% (51,6%). El segundo grupo en importancia numérica lo forman los núcleos, con un 24,5% del total del conjunto. Los elementos de retoque simple aparecen a continuación con porcentajes del 20,5%. Finalmente, en proporciones muy reducidas aparecen los buriles (2%), écaillés (0,7%) y útiles dobles (0,7%).

En los sílex marinos del tipo 4 debemos destacar el alto porcentaje que representan los elementos de retoque abrupto (54%), siendo el segundo grupo en importancia el de los núcleos, con un porcentaje claramente inferior (29%). Los elementos de retoque simple aparecen en tercer lugar, con valores del 12%. Finalmente se han identificado en proporciones reducidas écaillés (3%), buriles (1%) y útiles dobles (1%).

Por último, los grupos minoritarios (litotipos 5, 6 y jaspes), de los que únicamente se han reconocido escasos ejemplares (algunos núcleos, elementos de retoque abrupto, de retoque simple y ciertos buriles). La escasez de materiales adscritos a estos litotipos nos hace pensar que estamos, como ya hemos mencionado anteriormente, ante aportes

puntuales al yacimiento con núcleos previamente configurados que fueron trabajados *in situ*.

#### 6.2.6 Análisis de una muestra aleatoria de material no retocado

Al observar los resultados obtenidos del estudio arqueopetroológico del material retocado y su relación con los datos tecno-tipológicos, procedimos a seleccionar una muestra aleatoria de un 10% de material no retocado sobre la que realizar el estudio arqueopetroológico. Así, de algo más de 10.000 piezas sobre rocas sedimentarias silíceas susceptibles de ser estudiadas (se excluyeron materiales procedentes de recogidas superficiales y caídas de corte), escogimos al azar una muestra aleatoria de 1.033 piezas (10,33%) procedentes de diferentes cuadros y cotas. Para llevar a cabo esa selección se hizo un volcado de todo el material en una base de datos de Microsoft Excel a la que aplicamos la fórmula de selección aleatoria.

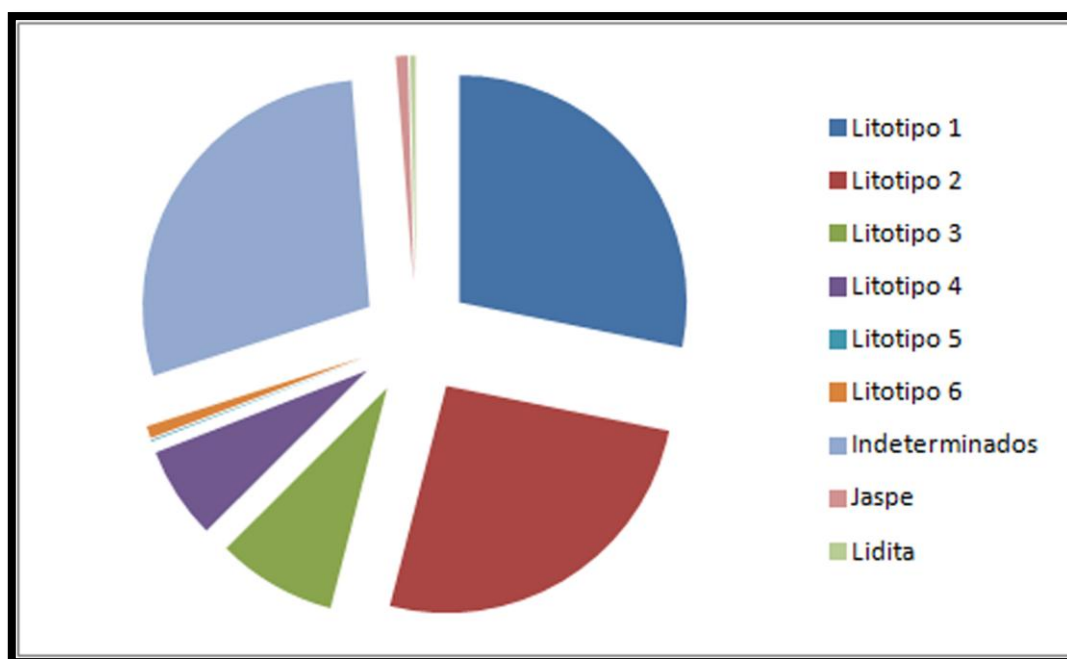


Fig. 227 – Adscripción de la muestra de no retocados a los diferentes grupos identificados.

De la totalidad de material estudiado, fueron identificados 1.020 elementos de sílex (98,74%), 9 jaspes (0,87%) y 4 liditas (0,39%). La caracterización macroscópica de las 1.020 piezas de sílex ha permitido adscribirlas a los diferentes litotipos definidos previamente durante el estudio del conjunto retocado. De este modo, un total de 291 elementos (28,17% del conjunto) se vinculan al sílex lacustre del litotipo 1, siendo el

grupo mayoritario en la muestra seleccionada. Los sílex evaporíticos del litotipo 2 representan el 25,85% del total, con 267 piezas. Los sílex marinos del litotipo 3 están formados por 88 piezas (8,52%), los del litotipo 4 por 68 elementos (6,58%) y un único ejemplar se ha adscrito al litotipo 5 (0,10%) (fig. 227).

Si tenemos en cuenta el peso total de cada grupo y la media estimada entre el peso total y el número de efectivos (fig. 228), podremos observar como los sílex del tipo 1, 2 y 3 presentan valores más elevados, con 0,64 g para el litotipo 3, 0,52 g para el litotipo 2 y 0,46 g para el sílex lacustre de tipo 1. Los litotipos 4, 5 y 6, en cambio, poseen valores algo inferiores, de 0,37 g para el tipo 5, 0,28 g para el tipo 4 y 0,12 g para el litotipo 6.

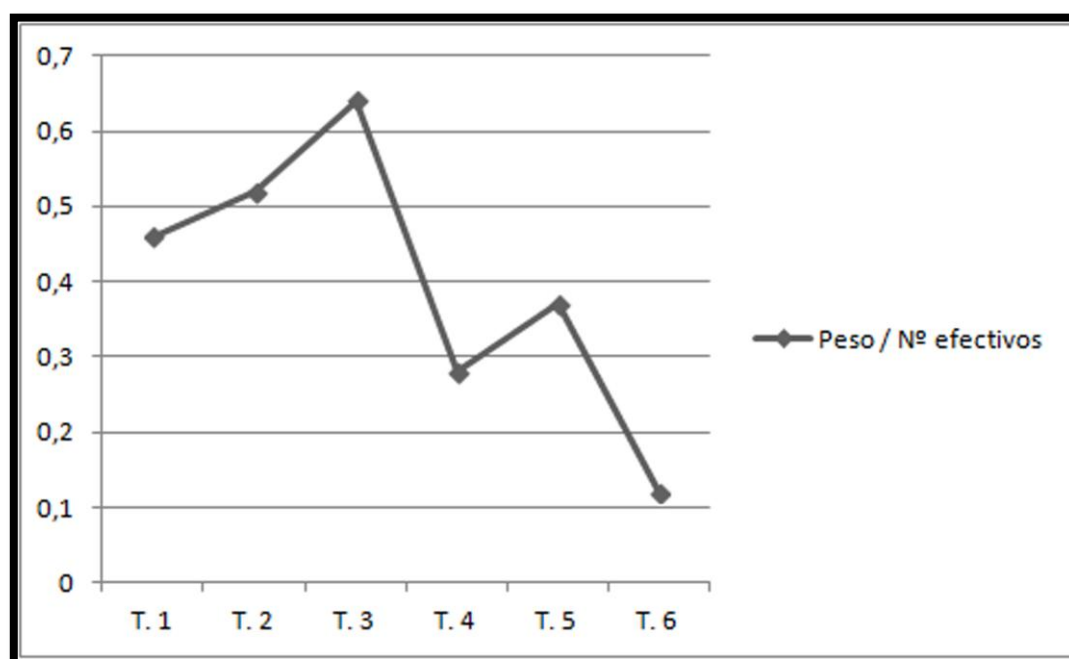


Fig. 228 – Representación del peso teórico por efectivo para los litotipos identificados en el material no retocado.

Así, hemos observado que todos los litotipos presentan pesos reducidos y pesos teóricos por efectivo escasos, por lo que es posible deducir que fueron empleadas similares estrategias de gestión y aprovechamiento de los sílex aportados al yacimiento.

### **6.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico del material lítico del yacimiento al aire libre de Montlleó**

#### 6.3.1 Distribución de actividades en el yacimiento

El análisis de la distribución espacial en planta del conjunto retocado estudiado no ha permitido aportar grandes datos sobre la distribución de actividades en la planta del sector B del yacimiento. Esto se debe principalmente a que estamos ante un yacimiento al aire libre y con importantes procesos postdeposicionales que, recordemos, han alterado el estado original del mismo, conservando una parte de él y a menudo no en su posición original. Por los diferentes procesos de escorrentía y soliflucción que han afectado al yacimiento, las piezas aparecen a menudo desplazadas de su punto de deposición original, motivo por el cual intentar extraer datos de la distribución espacial del yacimiento resulta complicado.

A pesar de los factores condicionantes que hemos mencionado en las líneas precedentes, ha sido posible detectar la existencia de dos áreas principales en el sector B. Como hemos referido en puntos anteriores, estamos ante un único nivel arqueológico formado por sucesivos asentamientos en el mismo lugar y llevado a cabo por grupos de cazadores-recolectores con similares costumbres culturales (así lo demuestra el registro arqueológico). El conjunto del nivel arqueológico del sector B se sitúa generalmente a dos cotas diferenciadas, como se ha podido observar en las secciones propuestas para cada litotipo. Así, se percibe una línea con una cota superior de aproximadamente -90 a -110 cm, que correspondería a la línea de cuadros de 9 y 10, y una línea inferior con cotas situadas entre los -145 y -190 cm, correspondiente a los cuadros de 6, 7 y 8.

En esta superficie con una pendiente natural importante se desarrollaron actividades directas relacionadas fundamentalmente con la caza de grandes herbívoros. A falta de resultados de los estudios traceológicos, a día de hoy podemos establecer dos grandes áreas de actividad diferenciada en el yacimiento (fig. 229). Por un lado, en la totalidad de la superficie de las líneas de 6, 7 y 8 parece ser que tuvieron lugar la mayor parte de actividades, pues es donde se concentra buena parte del material arqueológico conservado. Sin embargo, en la esquina nordeste de la planta, y aprovechando la separación natural con el resto de la planta que tuvieron los grandes bloques de estos cuadros, se ha detectado una concentración de núcleos agotados, elementos de dorso y



malacología, que posiblemente pueda relacionarse con la existencia de una zona de escombros en esta parte del yacimiento.

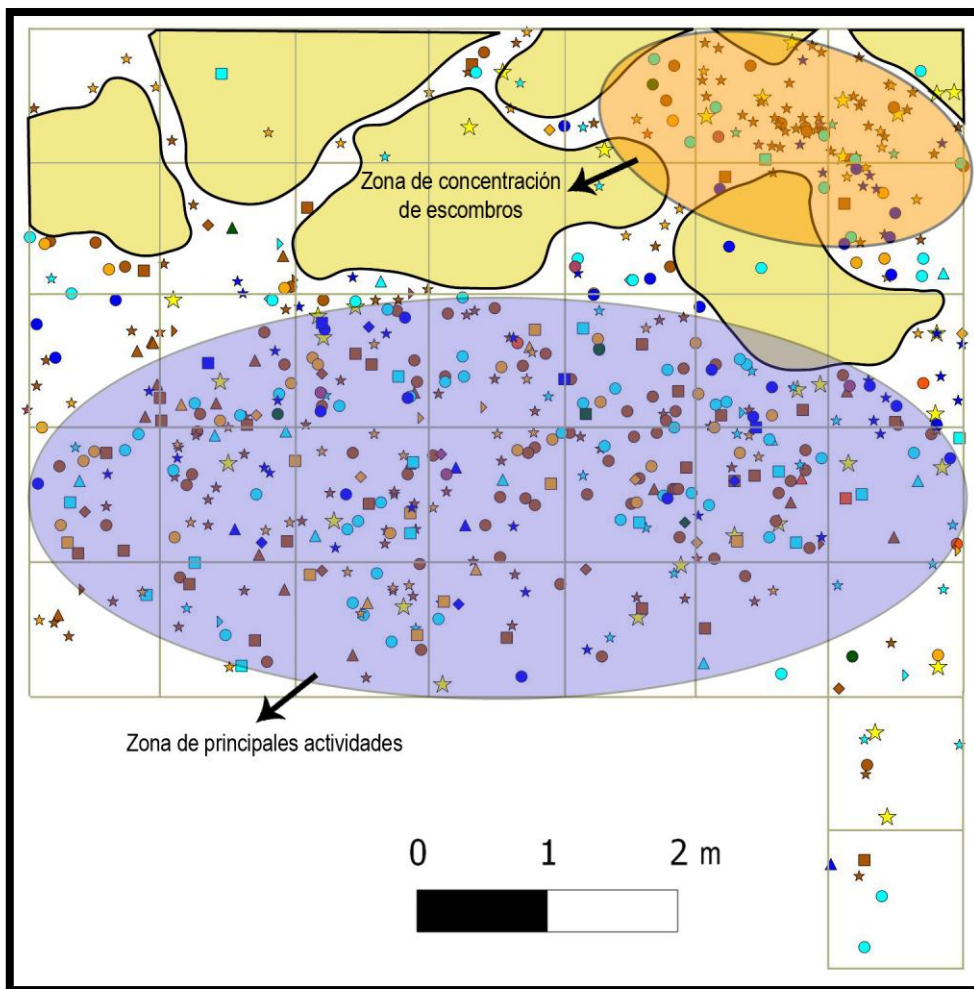
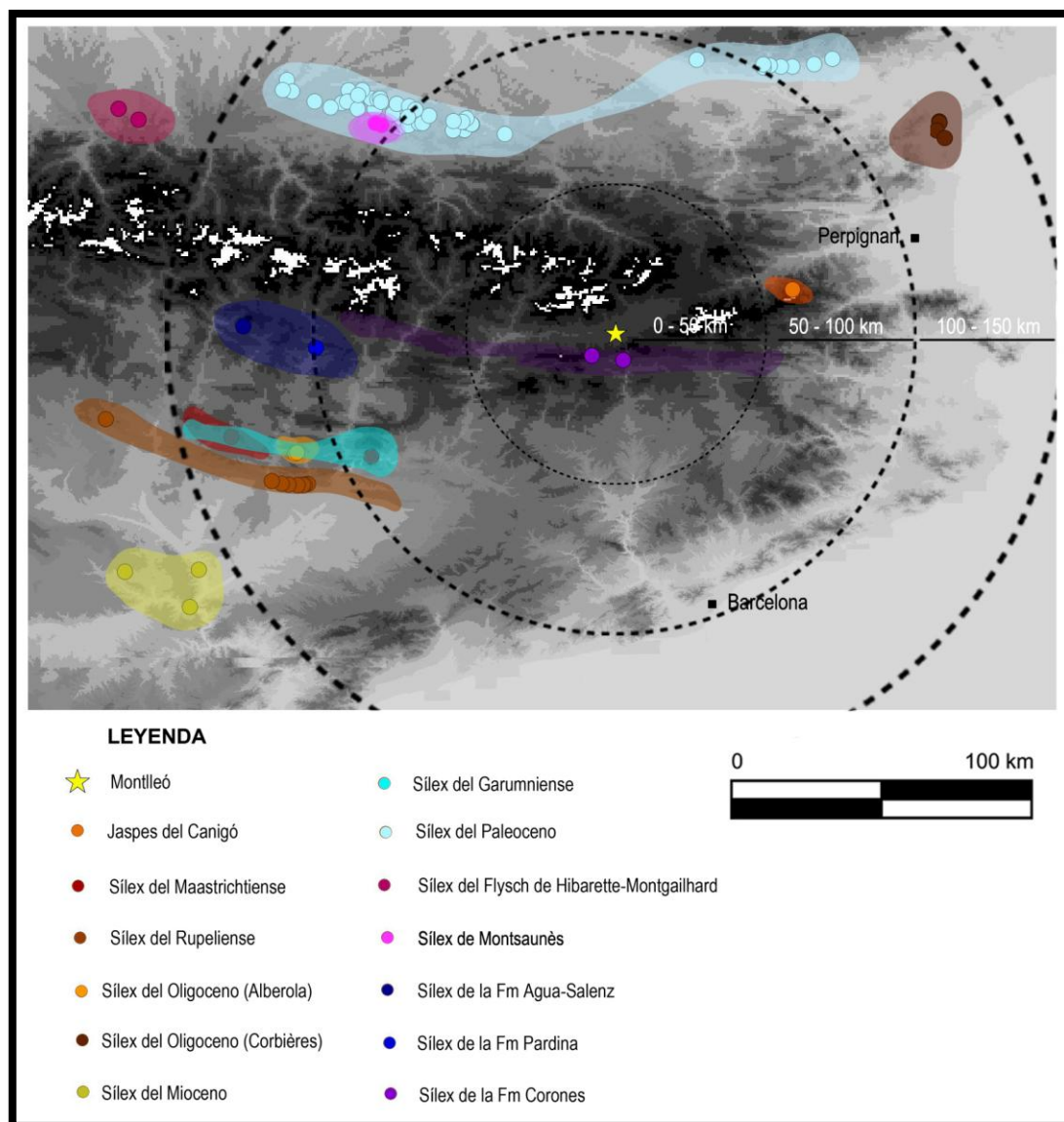


Fig. 229 – Distribución en planta del material lítico retocado con la delimitación de posibles áreas diferenciadas.

### 6.3.2 Áreas de captación de recursos líticos, circulación de materiales

El estudio arqueopetroológico del conjunto lítico de Montlleó ha aportado nuevos datos que complementan el conocimiento que hasta el momento teníamos sobre las estrategias de gestión y captación de recursos líticos empleadas por las comunidades de cazadores-recolectores que al fin del Paleolítico superior se asentaron en el Pirineo centro-oriental. El análisis desde una perspectiva arqueopetroológica del material lítico nos ha permitido diferenciar la aportación al yacimiento de seis tipos de sílex y una variedad jaspeada cuyos orígenes son variados y fundamentalmente exógenos (fig. 230).



**Fig. 230** – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los magdalenienses que se asentaron en Montlleó.

El litotipo 1, integrado por sílex formados en una facies sedimentaria continental lacustre, presenta paralelos con diversas formaciones geológicas situadas en un radio de aproximadamente 100 km de Montlleó. Como ya se ha hecho mención anteriormente, en estos momentos no es posible definir una única de las formaciones propuestas como la explotada por los grupos humanos que se asentaron en Montlleó puesto que estamos ante un problema de convergencia de facies silíceas. Es decir, estamos ante sílex de formaciones distintas y en este caso lejanas geográficamente, que a la lupa binocular y al microscopio petrográfico presentan similares características, siendo la diferenciación entre ambas imposible en esta escala de análisis. Pero sea como fuere y debido a las

características que presentan los sílex del tipo 1, que no son ni mucho menos uniformes, debemos pensar que cabe la posibilidad que se explotaran diversas de las formaciones que proponemos. No obstante, y como ya nos referimos en su momento, de entre las cinco formaciones lacustres propuestas como susceptibles de haber sido explotadas, dos de ellas, las correspondientes a los sílex del Oligoceno de Corbières y a los sílex del Rupeliense de la Serra Llarga y su extensión al este y oeste, parecen presentar más similitudes a la lupa binocular y al microscopio petroográfico que las otras tres formaciones.

Cada una de las dos formaciones propuestas se localiza a un radio superior a los 100 km del yacimiento y en sentido opuesto. Los sílex oligocenos de Corbières afloran al nordeste del yacimiento y serían fácilmente accesibles atravesando el paso de la Percha y siguiendo el eje del río Têt. Los sílex rupelienses de la Serra Llarga, situados al suroeste del yacimiento se podrían alcanzar siguiendo el curso del río Segre por las sierras prepirenaicas hasta alcanzar el contacto con la Cuenca del Ebro.

Posiblemente debido a la lejanía de las fuentes de aprovisionamiento, este tipo de sílex llega al yacimiento en soportes preconfigurados y pequeños núcleos que son trabajados *in situ*. Sin embargo, la importancia numérica de este litotipo en el registro arqueológico y su uso para elaborar todo tipo de útiles nos inclina a pensar que estamos ante un tipo de sílex recurrentemente explotado en grandes cantidades. Es de suponer que las fuentes de aprovisionamiento se encontraban en un territorio frecuentado recurrentemente para permitir la adquisición de una gran cantidad de material que de manera habitual aparece en el registro arqueológico.

El sílex caracterizado como perteneciente al litotipo 2 tiene sus paralelos en dos formaciones con sílex que afloran a más de 100 km del yacimiento. Se trata de los sílex del Paleoceno que afloran fundamentalmente en los *Petites Pyrénées*, hallando los afloramientos más cercanos al yacimiento a 100 km al noroeste. La segunda de las formaciones con sílex que presenta similitudes al litotipo 2 es la de calizas del Garumniense con nódulos de sílex, que aflora principalmente en el Prepireneo centro-oriental, situándose los afloramientos más cercanos a 100 km al suroeste de Montlleó.

La caracterización macroscópica y microscópica de los sílex de ambas formaciones no permite observar mayores diferencias entre ambas, produciéndose lo que se ha denominado convergencia de facies silíceas. En consecuencia, en estos momentos no

podemos precisar si únicamente fue explotada una de las dos formaciones. Por tanto, debemos considerar a ambas susceptibles de haber jugado el papel de fuentes de abastecimiento.

Como en el caso anterior, estamos ante un tipo de sílex que, pese a hallarse los afloramientos más cercanos a más de 100 km y ser por tanto un sílex de carácter exógeno, llega al yacimiento en grandes cantidades y aparece a lo largo de toda la secuencia estratigráfica. Es por eso que podemos precisar que estamos ante un tipo de sílex recurrente, que llegaría al yacimiento fundamentalmente en soportes y módulos preconfigurados y sería en Montlleó donde se desarrollarían los últimos estadios de la cadena operativa lítica. La gran cantidad de material asociado a este litotipo es un indicador de que las fuentes de aprovisionamiento se encontraban en un territorio frecuentado de manera recurrente, en el que el acceso a los recursos fue accesible si no permanentemente, la mayor parte del tiempo.

En lo referente a los sílex pertenecientes al litotipo 3, se han identificado los paralelos geológicos en los sílex maastrichtenses de Montsaunès y en los sílex del Flysch del Cretácico superior que afloran próximos a las localidades de Hibarette y Montgaillard, ambas formaciones en el Pirineo francés (*Hautes-Pyrénées*). Se trata de depósitos de sílex en posición primaria y subprimaria junto a los que aparecen talleres de sílex que fueron frecuentemente utilizados a lo largo de la Prehistoria. Estos afloramientos se sitúan a poco más de 200 km al noroeste del yacimiento de Montlleó. La mayor lejanía de estos sílex junto a su continuada presencia en el registro arqueológico sin cambios aparentes, ni en la estratigrafía ni en el uso de este tipo de sílex, nos lleva a pensar que estamos ante un aporte recurrente de material pero en menores cantidades, pudiéndose relacionar con el hecho de que la zona en la que aflora este tipo de sílex pertenezca a un territorio menos frecuentado por los grupos de cazadores-recolectores que se asentaron en Montlleó.

Para los sílex definidos como pertenecientes al litotipo 4 se ha establecido una relación directa con una formación geológica que aflora en el Pirineo y Prepirineo aragonés. Se trata de la formación Agua-Salenz, que aflora en el valle del Llierp, al sur del macizo del Turbón, y que más al este aflora de nuevo con nódulos de sílex bajo el nombre de Formación Pardina. Los sílex de ambas formaciones presentan idénticas características, y si bien los afloramientos de la Formación Pardina se sitúan algo más próximos al

yacimiento de Montlleó, en estos momentos nos decantamos por la explotación de los sílex de la Formación Agua-Salenz en sus afloramientos del valle del Llierp, pues junto al depósito primario de sílex se detectaron restos de talla pertenecientes a un antiguo taller. Además, en los afloramientos que a día de hoy se conocen de la Formación Pardina, situados en la Cuenca de Sopeira, el sílex aparece altamente encajado y su extracción es difícil. Igualmente, los últimos trabajos de prospección en la zona parecen indicar que no existen afloramientos de este tipo de sílex más al este de la cuenca de Sopeira.

Pero sea como fuere, si tenemos en cuenta ambas formaciones y los afloramientos que hoy se conocen (valle del Llierp y cuenca de Sopeira), debemos saber que éstos se sitúan a más de 120 km de distancia del yacimiento, siendo por tanto sílex exógenos.

En el registro arqueológico estos sílex se distribuyen a lo largo de la secuencia estratigráfica de Montlleó y fueron empleados para elaborar utillaje diverso. No obstante, más de un 50% del utillaje en sílex de este tipo que aparece en el yacimiento sirvió para la confección de elementos de dorso (actividades cinegéticas), posiblemente debido a la alta aptitud a la talla que generalmente presenta. Es de destacar también el reducido porcentaje de núcleos que presenta, marcadamente inferior que en el resto de litotipos. Parece ser que estamos ante un tipo de sílex que llega al yacimiento en forma de soportes y módulos preconfigurados, realizándose actividades de talla *in situ* pero siendo algo inferiores a las realizadas con los litotipos 1, 2 y 3.

Así, todo parece indicar que estamos ante una aportación de material que es recurrente, pues aparece de manera continuada en la estratigrafía del yacimiento, pero aportado en menores cantidades, quizás, y como ya se ha hipotetizado para el caso anterior, por estar en un territorio menos frecuentado por los grupos humanos que se asentaron en Montlleó.

Los sílex pertenecientes al litotipo 5 poseen una escasa representación en el registro arqueológico y a día de hoy no se conocen las fuentes de abastecimiento, pues no presentan paralelos con las formaciones estudiadas al sur de los Pirineos ni al norte de los mismos. La aparición de únicamente un elemento no retocado en el conjunto arqueológico perteneciente a este litotipo, junto a lo que ya se ha mencionado, nos lleva a pensar que estamos ante un aporte puntual al yacimiento, posiblemente fruto de un

intercambio entre grupos y cuyo origen se tenga que buscar en radios mucho más alejados a los que aquí se plantean.

Los sílex del litotipo 6, que aparecen testimonialmente entre el conjunto retocado y en la muestra aleatoria analizada, se relacionan con los sílex de la Formación Coronas, que aflora a lo largo del Pirineo centro-oriental y en las proximidades del yacimiento, en la Sierra del Cadí. Se trata de un litotipo cuyos afloramientos más cercanos se sitúan a tan sólo 11 km del yacimiento, pero su aparición en el registro arqueológico, en cambio, es testimonial. Esto pudiera ser debido a varias razones. Por un lado, estamos ante un tipo de sílex cuya aptitud a la talla es entre media y baja debido a la alta tectonización de los nódulos, por lo que su explotación resulta dificultosa. Por otro lado, si bien los afloramientos más cercanos se sitúan a poco más de 10 km del yacimiento, y se podría definir como un sílex local, para llegar a los mismos es necesario cruzar la Sierra del Cadí, con elevaciones que superan fácilmente los 2.000 m.

La hipótesis que planteamos en este momento sobre el tipo de abastecimiento llevado a cabo para el litotipo 6 es que se trata de una explotación puntual, quizás expeditiva, porque pudo llegar algún nódulo de sílex en posición secundaria a alguna de las torrenteras que desde el Cadí bajan al río Segre, que pudo ser recolectado por estos grupos humanos, del mismo modo que también recolectaron otras litologías explotadas en el yacimiento (lilitas, cuarzo, cuarcitas y riolitas). La segunda de las posibilidades pudo haber sido que, buscando un paso alternativo para llegar al sur, se intentara cruzar la Sierra del Cadí por alguno de los pasos naturales e históricos (p.ej. el Pas dels Gosolans, que conecta el valle de la Cerdanya con el valle de Gósol) y en el que afloran sílex de la Formación Coronas. Si bien esta posibilidad cabe tenerla presente, es necesario recordar el clima severo que acompañó a los grupos magdalenienses de Montlleó, en el que muchos de estos pasos (por encima de 2.000 m) estarían todavía bloqueados por la nieve y el hielo.

Finalmente, la variedad definida entre el conjunto analizado como jaspeada, que aparece escasamente representada en el registro arqueológico presenta paralelos directos con lo que se ha denominado Jaspes del Canigó, una silicificación hidrotermal que aflora junto al macizo del Canigó y que aparece en posición secundaria en las terrazas del río Têt. Los afloramientos de esta variedad jaspeada se hallarían a algo más de 70 km al este del

yacimiento y serían fácilmente accesibles siguiendo el eje del río Têt al cruzar el paso de la Percha.

La escasa aparición de jaspes en el registro arqueológico debería relacionarse con el hecho de que se trata de una silicificación con superficies rugosas y una baja aptitud a la talla. Sería, por tanto, una silicificación que llegaría al yacimiento de manera puntual fruto quizás de una recogida en un depósito secundario para una talla ocasional.

### 6.3.3 Movilidad humana en el Magdaleniense inferior

Presentadas ya las áreas de captación de recursos para los diferentes litotipos explotados es posible ahora abordar cuestiones de movilidad humana y de territorio para las comunidades que se asentaron en Montlleó durante el Magdaleniense inferior.

Al observar el mapa de localización del yacimiento con las diferentes zonas de captación de recursos susceptibles de haber sido explotadas, nos viene a la mente una única respuesta: Montlleó es un yacimiento de paso. A continuación exponemos los motivos que nos llegan a presentar esta afirmación.

En primer lugar queremos dejar claro que yacimiento de paso no es sinónimo de ocupación puntual del territorio. Éste no es el caso de Montlleó. Estamos ante un yacimiento que fue ocupado en un mismo momento cronocultural a lo largo del tiempo y seguramente (como muestra el C14) por sucesivas generaciones. Las características propias del yacimiento han permitido la conservación de un único nivel arqueológico, que se presenta uniforme y sin zonas estériles de por medio, con una tipología uniforme que concuerda con las dataciones obtenidas que lo adscriben al Magdaleniense inferior.

La ubicación del yacimiento en el corazón del Pirineo es clave para dar fuerza a la idea que estamos ante un yacimiento de paso. Sobre un pequeño montículo en el valle de la Cerdanya, Montlleó se sitúa en uno de los lugares más accesibles para cruzar la Cordillera Pirenaica, con suaves elevaciones que permiten, siguiendo los ejes del río Têt y Segre, solventar las elevadas cumbres que rodean la Cerdanya para conectar con otros valles próximos. Así, la procedencia de las materias primas líticas nos está aportando información de dónde venían y hacia dónde se desplazaban los grupos humanos que se

asentaron en el yacimiento, sin saber determinar en estos momentos el sentido de la marcha.

Es de gran valor para la interpretación arqueológica haber hallado evidencias de jaspes del Canigó y de sílex del Flysch del Cretácico en el material arqueológico de Montlleó, pues son indicadores seguros de una de las direcciones que siguieron estos grupos humanos. Desde el paso de la Percha se accede al Têt y fácilmente sería posible llegar hasta la zona de Corbières y así haber explotado el sílex lacustre que tanto abunda en el registro arqueológico. O justamente al pasar el paso de la Percha, si se toma el valle del Querol en algunos kilómetros se llega a la región del Ariège, donde han sido hallados importantes yacimientos arqueológicos con niveles magdalenienses, por los que pasarían hasta llegar al sílex del Flysch que aparece en el registro de Montlleó.

Hacia el sur, la explotación de los sílex de la Formación Agua-Salenz (litotipo 4) pone de manifiesto la existencia de un contacto al sur del macizo pirenaico y hasta el Pirineo central, fácilmente accesible siguiendo las elevaciones que conectan los ríos Segre con las Nogueras. Al descender por el río Segre estos grupos humanos pudieron explotar los recursos silíceos que ofrecían las formaciones del Rupeliense (litotipo 1) y Garumniense (litotipo 2) y conectar con estas primeras sierras prepirenaicas en las que también aparecen yacimientos de cronología magdaleniense (Cova del Parco, Cova Gran de Santa Linya, Cova Alonsé y el Abrigo de las Forcas I), pudiendo ser Montlleó el primer referente de un comportamiento de movilidad por el río Segre que se manifiesta a lo largo de todo el Magdaleniense.

La aparición escasa de sílex de la Formación Coronas entre el material arqueológico es un indicativo que, si bien puntualmente pudo cruzarse la Sierra del Cadí para enlazar con el curso del río Llobregat, éste no fue el trayecto principal y habitual de los grupos que se asentaron en Montlleó.

A modo de conclusión general, el resultado del estudio arqueopetroológico de Montlleó es una prueba del contacto entre ambas vertientes del Pirineo ya en el Magdaleniense inferior. La aparición en el registro arqueológico de material procedente de ambas vertientes es con seguridad el ejemplo más claro que podemos poseer de la inexistencia de barreras culturales al fin del Paleolítico superior en el Pirineo centro-oriental.



## 7. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE INFERIOR DE COVA ALONSÉ (ESTADILLA, SOMONTANO DE BARBASTRO)

### 7.1 El yacimiento arqueológico de Cova Alonsé

#### 7.1.1 Localización y excavación

El yacimiento de Cova Alonsé corresponde a un abrigo rocoso situado en el término municipal de Estadilla, en la franja oriental de la provincia de Huesca, a 580 metros de altitud sobre el nivel del mar (fig. 231). El sitio se abre al pie de un gran banco de conglomerados del Terciario orientado al sureste y que a su vez cierra el valle de Chardif (o Chardiz). Al pie del banco y en paralelo a él corre un pequeño barranco que desciende desde la sierra hasta el río Cinca y que inmediatamente por debajo de Cova Alonsé se encaja formando un estrecho y profundo cañón conocido como Las Crechas. El tramo del barranco que corre paralelo al abrigo fue abancalado en época histórica para ganar superficie de cultivo, lo que implicó el desmantelamiento parcial de la ladera original. Las coordenadas de referencia del yacimiento son 42° 03' 06.6'' latitud norte y 0° 15' 59.5'' longitud este (Montes y Domingo 2013: 13).

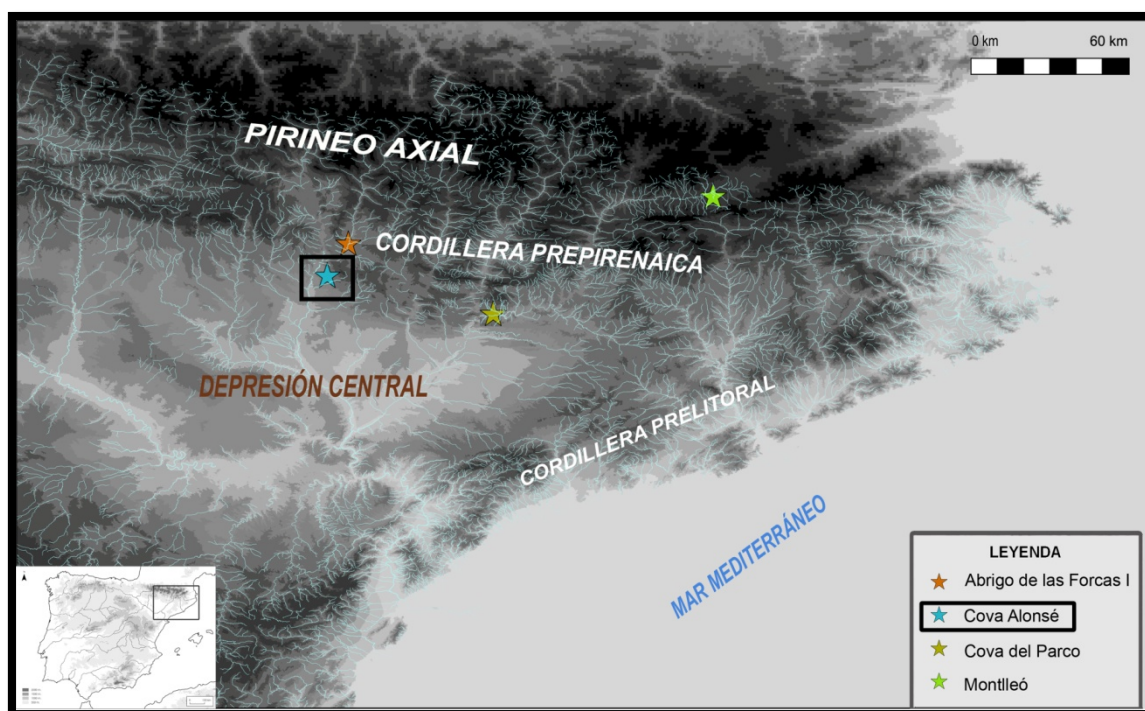


Fig. 231 – Localización de Cova Alonsé en el nordeste peninsular.

El yacimiento se ubica en las estribaciones meridionales del Prepirineo al este del Cinca. Es una zona agreste, dominada por las sierras de La Carrodilla y Buñero, de dirección Noroeste-Sureste, entre la depresión de Graus y los llanos del Medio Cinca y La Litera. Hidrográficamente está enmarcado entre el cauce del Ésera, por el norte, que forma el profundo cañón del congosto de Olvena. Al oeste se encuentra el Cinca, al que se accede por una serie de glacis y terrazas en graderío, una vez salvados los estratos verticales del diapiro de Estada. Hacia el sur, una serie de rampas dan paso primero a las lomas yesíferas de Los Alberos y luego a la cuenca del Sosa (fig. 232).



Fig. 232 – Principales accidentes geográficos del entorno de Cova Alonso.

El lugar en el que se ubica el sitio presenta unas buenas condiciones en lo concerniente a su orientación -a sol naciente-, situación, dominio del paisaje y acceso a recursos variados. No es de extrañar pues, que fuera lugar elegido por los grupos que frecuentaron el entorno por su buena ubicación para practicar la caza en las inmediaciones, mediante el control del acceso al agua debido al estrechamiento del lugar. La proximidad de un curso de agua debía proveer también el lugar de una variedad de especies vegetales susceptibles de ser explotadas, con el desarrollo de prácticas recolectoras.

El yacimiento fue descubierto en los años 90 por el vecino de Estadilla José Francisco Lisa, y posteriormente se dio a conocer por Mariano Badía, prehistoriador natural de Estadilla, en su obra *Estadilla, cabeza de la Baronía de Castro* (1998). La presencia en superficie de abundantes restos líticos tallados de sílex llevó a un equipo de la Universidad de Zaragoza liderado por la Dra. Lourdes Montes a efectuar un primer sondeo abriendo dos catas en el yacimiento en el año 1999. En estos primeros trabajos arqueológicos se recuperó un lote lítico caracterizado *por un lascado laminar de muy limpia ejecución y modulación reducida, con laminitas muy ligeras. La aparición de las laminitas de borde abatido y del supuesto recorte de buril, junto a la ausencia de armaduras geométricas y microburiles y por supuesto de cerámicas, parecían sugerir una cronología antigua dentro del periodo Epipaleolítico o incluso anterior* (Montes y Domingo 2013: 14).

En 2002 se planteó una primera campaña de excavación en Cova Alonsé que confirmó la existencia de un depósito arqueológico de cronología algo anterior a la intuida tras el sondeo de 1999. Durante las tareas de excavación se identificó una sola capa arqueológica (llamada nivel *m*), cuyos restos se introducían bajo grandes bloques de conglomerados, aparentemente derrumbados del cantil que conforma el abrigo rocoso. Este nivel *m* aparecía recubierto por el sedimento del coluvión de la ladera, que incluye los bloques desprendidos de la visera y, de forma dispersa, restos de sílex que parecían proceder del desmantelamiento y arrastre de otros posibles niveles arqueológicos, o que habrían rodado por la ladera desde la parte superior del valle. En 2008 se realizó una segunda campaña de excavación en la que se puso de manifiesto que el nivel de ocupación localizado en 2002 sólo se conservaba en unos cuadros, mientras que en el resto del área aparecía un depósito revuelto con algunos restos líticos (Montes 2009) (fig. 233).

La tipología de los materiales líticos recuperados en la excavación relacionaba el conjunto con la facies Juyo del Magdaleniense inferior cantábrico (equivalente a la fase antigua del Magdaleniense medio de la seriación clásica francesa). La datación de dos carbones por la técnica del radiocarbono realizadas en la Universidad de Groningen dio unas fechas de 14840±90 BP (GrA-21.536) y 15069±90 BP (GrA-21.537). Estas fechas, que calibradas remontan al 18000 aC, casan perfectamente con la tipología de los restos líticos recuperados (Montes y Domingo 2013: 20).

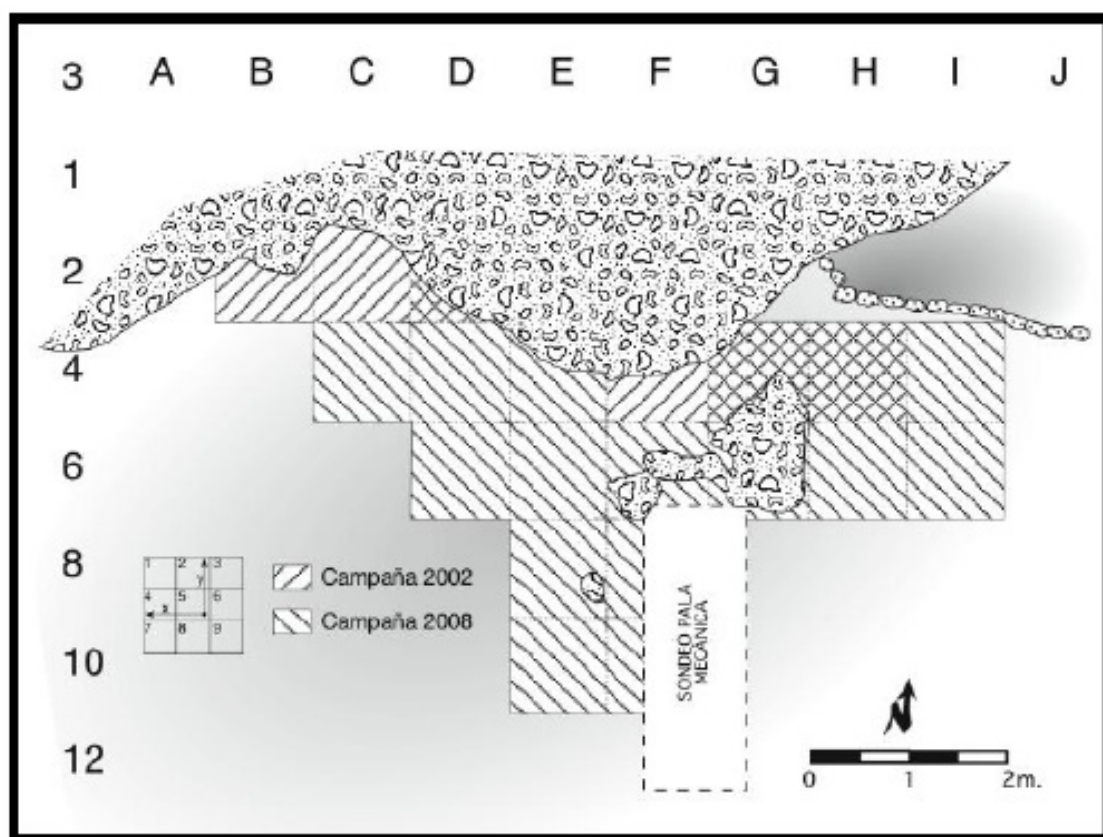


Fig. 233 – Planta del yacimiento con la superficie excavada en 2002 y 2008. Fuente: Montes 2009.

Tras la excavación de 2008 se observó la imposibilidad de plantear el tamaño y aspecto original del yacimiento, pues el establecimiento de bancales para el continuo laboreo agrícola había desmembrado los posibles niveles arqueológicos existentes. La ausencia en el registro arqueológico de restos óseos impidió hacer una aproximación a la función del asentamiento y la explotación de los recursos faunísticos. De este modo, el equipo de excavación únicamente pudo plantear la cuestión de la posible existencia de una serie de instalaciones menores, quizás reiteradas, pero ligadas a un único momento cronocultural dado el material hallado y las dataciones obtenidas.

El paralelo más próximo para este conjunto se localiza a menos de 20 km al norte, junto al Ésera, en el abrigo de Forcas I de Graus, excavado por P. Utrilla y C. Mazo, cuyo nivel 15b, fechado posteriormente a partir de un hueso en  $14470 \pm 70$  BP (GrA-25.979) ofrecía un conjunto relativamente similar, algo más moderno en sus trazos, como refrendan los aproximadamente 500 años de diferencia (Montes y Domingo 2013: 20).

### 7.1.2 La industria lítica: estudios tecnológicos

De los 4.280 elementos líticos recuperados, sólo hay 107 piezas retocadas. El resto (97,5% del conjunto) son núcleos, productos y restos de talla. Como soporte de las piezas retocadas se utilizan de forma preferente elementos de tamaño pequeño, principalmente laminitas y lasquitas. En cantidades inferiores encontramos láminas y lascas. Se trataría, por tanto, de una colección de instrumentos de tamaño pequeño o medio dominada por piezas especializadas en la caza (Domingo y Montes, en Montes y Domingo 2013) (fig. 234).

El conjunto retocado está formado por 40 elementos microlaminares que pueden relacionarse con la composición de armas de caza, buriles (28 ejemplares), principalmente de tipo diedro o sobre truncadura oblicua y pudiendo haber funcionado algunos como núcleos de laminitas, raspadores (12) sobre lámina y en menor medida sobre lasca, una decena de piezas que entran en la categoría de muescas y denticulados, un perforador sobre lámina, una raedera y una pieza esquirlada (Domingo y Montes, Langlais, en Montes y Domingo 2013).



**Fig. 234** – Ejemplo de los materiales líticos de Cova Alonsé: tres raspadores y un buril (sup.) y cuatro núcleos de laminitas (inf.). Fuente: Montes 2009.

### 7.1.3 La industria lítica: estudios funcionales

Los resultados del análisis funcional de una selección de elementos líticos de Cova Alonsé permiten proponer para este asentamiento magdaleniense una cierta especialización laboral. Así, están representadas actividades de baja intensidad relacionadas con la caza: empleo de las armaduras líticas como proyectiles, pero también trabajo de materias duras de origen animal (hueso, asta) o vegetal (madera) para realizar los fustes de las armas, o tareas derivadas del procesado de las presas: descarnado de las carcasas e incluso trabajo de la piel. La marginalidad de las huellas producidas reflejaría el carácter de campamento provisional de un pequeño grupo en movimiento, que aprovecharía la excelente ubicación del enclave para la caza de animales (Domingo, en Montes y Domingo 2013: 100).

Las gentes que vivieron en Alonsé también acometieron pequeñas labores de mantenimiento o confección de útiles sobre materia dura animal, probablemente en relación con sus expediciones de caza. El éxito de estas cacerías les permitiría obtener materia prima para la confección de nuevos útiles en hueso o asta y además ocasionaría desperfectos a los proyectiles que ya tuviese, haciendo necesarias algunas tareas de mantenimiento, como refleja el uso de varios de los buriles y raspadores sobre materia dura animal (Domingo, en Montes y Domingo 2013: 102).

## 7.2 La industria lítica de Cova Alonsé. Tipos de sílex y aprovisionamiento

### 7.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

Sobre un conjunto lítico estudiado de algo más de 4.000 elementos (4.058 piezas), el sílex es el material predominante, pues un total de 3.963 ejemplares (97,61%) están realizados sobre este tipo de roca. No es de extrañar que ésta sea la materia principal en el conjunto lítico, pues como ya se ha tratado anteriormente, esta roca posee unas propiedades que la hacen altamente recomendable para su talla: homogeneidad e isotropía, tenacidad, elasticidad y dureza, facilitando el desarrollo de una fracturación de tipo concoide.

Se contabilizan un total de 92 fragmentos de calizas (2,26% del total de elementos), con fracturación de carácter natural, pertenecientes a las formaciones de calizas marinas del

Eoceno que afloran a lo largo de la Sierra de la Carrodilla. Éstas presentan un contenido micropaleontológico caracterizado por la abundancia de bioclastos de origen marino (esencialmente secciones de miliólidos y alveolínidos).

En proporciones muy escasas (0,12% del conjunto) se han recuperado fragmentos de otras litologías -lítica y cuarzo-, con fracturación de tipo natural y un elevado rodamiento, posiblemente procedentes de las paredes de conglomerados que conforman el abrigo bajo el que se sitúa el yacimiento.

Centrándonos en el estudio del sílex hemos podido diferenciar una serie de grupos en función de la facies sedimentaria de formación en la que este material se originó. Para ello hemos tenido en cuenta principalmente el contenido micropaleontológico y otras inclusiones, y como resultado hemos identificado tres tipos de sílex (litotipos) (fig. 235).

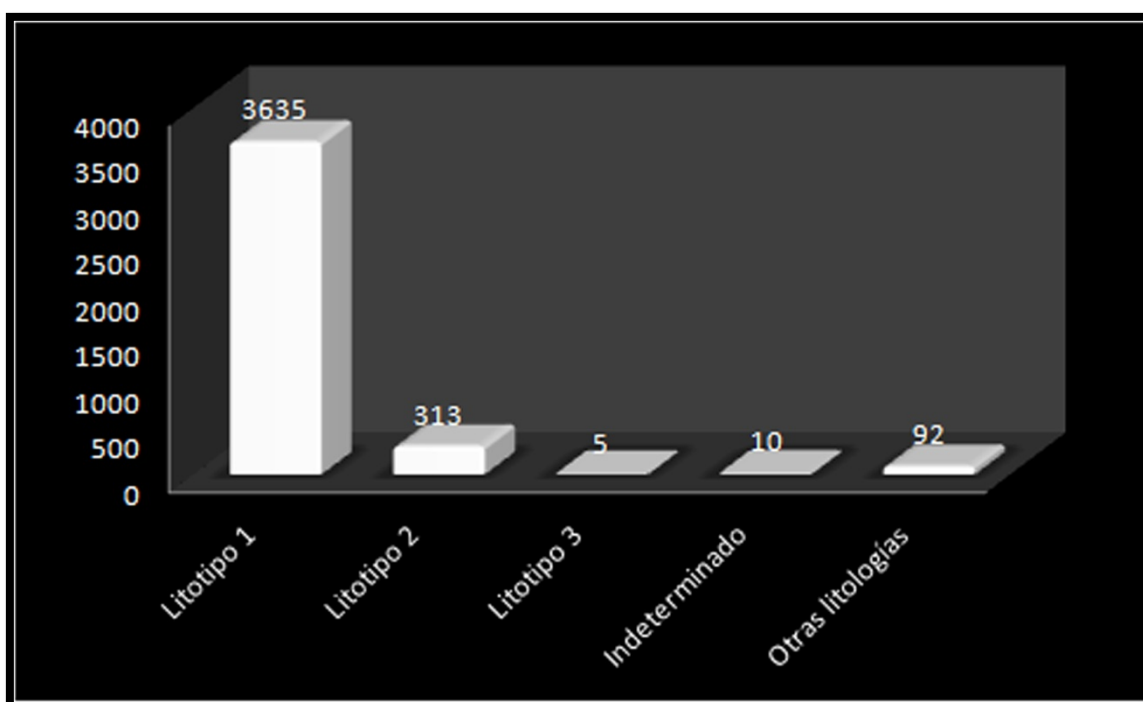
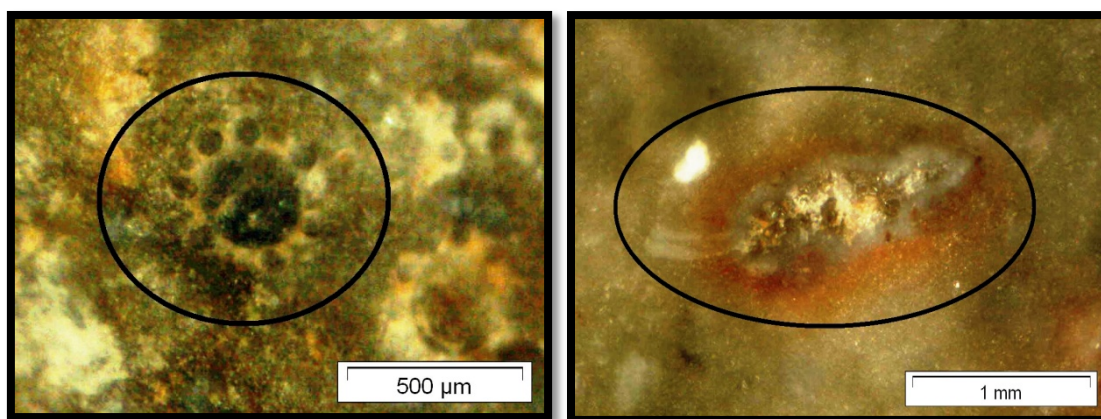


Fig. 235 – Distribución del sílex en función de los litotipos identificados.

#### 7.2.1.1 Litotipo 1

Un total de 3.635 piezas (91,72% del conjunto) se adscriben a este litotipo. Los sílex de este grupo poseen un grano fino y una superficie lisa, con una aptitud a la talla entre alta y muy alta. La textura es de tipo *wackestone-packstone* y se aprecian inclusiones en

forma de óxidos metálicos, relictos carbonatados, relictos de posible materia orgánica y de cuarzo detrítico, junto con algunas recristalizaciones de megacuarzo en el relleno de porosidades. Destaca la presencia de un contenido micropaleontológico rico en secciones de tallos y oogonios de algas carofitas (fig. 236), así como abundantes secciones de gasterópodos lacustres (fig. 237). En lo referente a la coloración, observamos un predominio de tonalidades marrones, existiendo, no obstante, una alta variabilidad en el conjunto. Se trata, por tanto, de sílex originados en una facies sedimentaria de tipo continental lacustre.



**Figs. 236 y 237** – Vista a la lupa binocular de una sección de alga carofita (izq.) y de gasterópodo lacustre (dcha.) en dos sílex del litotipo 1.

Debido a la presencia en algunas piezas de una elevada cantidad de óxidos metálicos, concretamente óxidos de hierro en forma de gránulos de hematites, hemos diferenciado un subgrupo caracterizado por la tonalidad rojiza que poseen las muestras. Este subtipo representa un 7,15% (260 elementos) del total de los sílex del litotipo 1. Por lo general, estas piezas poseen un grano más fino y una superficie extremadamente lisa, resultando altamente recomendables para la talla. Pese a la alta variabilidad observada en los sílex del tipo 1, hemos considerado incluirlos en un mismo grupo puesto que, como señaló Masson (1979), el sílex puede presentar una alta variabilidad, ya sea a nivel del nódulo, afloramiento o formación.

A escala microscópica observamos la presencia de dos subgrupos dentro del mismo litotipo, siendo la divergencia principal la cantidad de elementos carbonatados presentes. Así, cuatro de las ocho láminas pertenecientes al litotipo 1 presentan una abundancia de carbonatos, especialmente de micrita, lo que nos impulsa a creer que estamos ante rocas silíceas que se encuentran en un proceso de silicificación temprano,

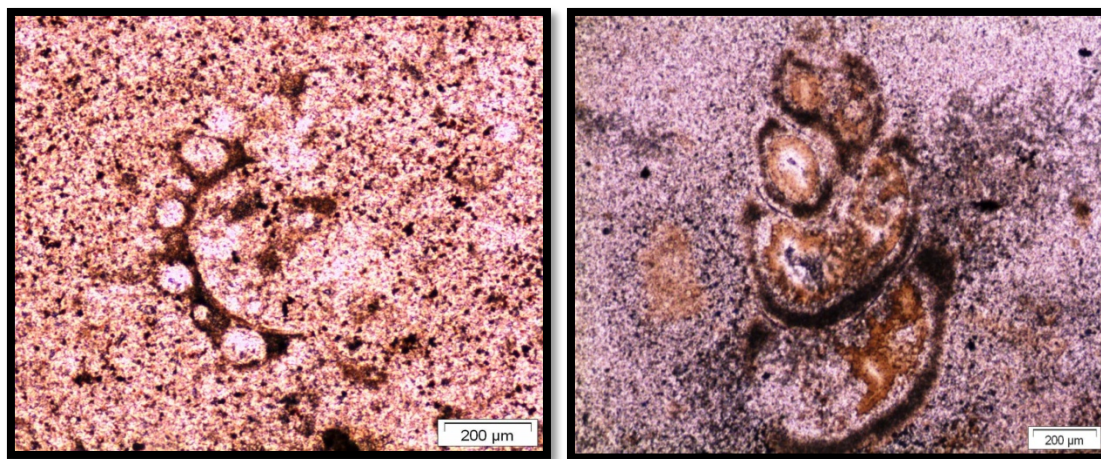


en el que el cemento de sílice no ha conseguido todavía reemplazar todo el carbonato previo (tipo 1 – A).

En cambio, las cuatro láminas restantes de este tipo 1 se caracterizan por presentar elementos carbonatados en porcentajes francamente inferiores, pasando a ser los componentes silíceos (especialmente en forma de mosaico de microcriptocuarzo) la textura predominante de las muestras. Así, estas láminas formarían parte de un tipo de sílex con un proceso de silicificación mucho más completo que en el caso anterior (tipo 1 – B).

Las dos láminas realizadas sobre sílex del subgrupo de coloración rojiza presentan características que nos permiten relacionarlas con el grupo de lacustres con un porcentaje de contenido en elementos carbonatados bajo (tipo 1 – B), difiriendo de éstos únicamente en la abundancia de óxidos de hierro en forma de gránulos de hematites (en torno al 6%).

Pese a observar estas sutiles diferencias, todos los sílex adscritos a este litotipo 1 presentan un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal, y en proporciones menores también aparecen otras formas de la sílice (megacuarzo y sílice fibrosa de elongación negativa y morfología botroidal) (figs. 238 y 239).



**Figs. 238 y 239** – Vista al microscopio petroográfico con nicols cruzados de una sección de alga carofita en una textura de microcriptocuarzo (izq.) y de una sección de gasterópodo en proceso de silicificación (dcha.).

En lo referente al aprovisionamiento de este tipo de sílex, el estudio arqueopetroológico permite poner en relación los sílex del litotipo 1 con las formaciones del Maastrichtiense y del Estampiense que afloran en las proximidades del yacimiento (fig.

240). A pesar de que a escala macroscópica los sílex de ambas formaciones lacustres poseen características similares, produciéndose una convergencia de facies silíceas, a escala microscópica se han podido establecer algunas diferencias, como la mayor presencia de gránulos de hematites en algunas láminas de sílex del Maastrichtiense (Zurita y La Mentirosa) o la abundancia de componentes carbonatados en las muestras del Estampiense (Peraltilla), debido a una incipiente silicificación de los nódulos.

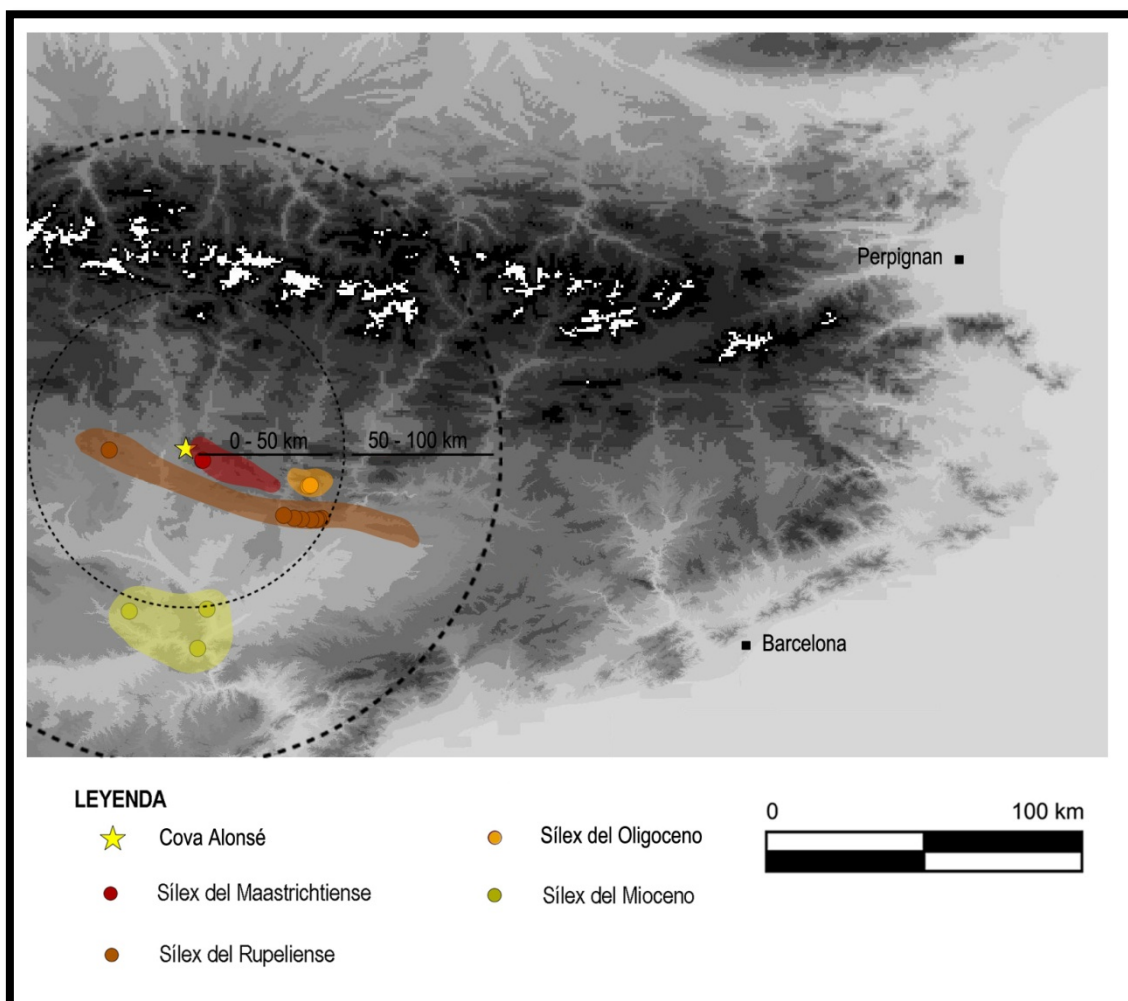


Fig. 240 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Cova Alonsé.

Las láminas de sílex del litotipo 1 presentan características de ambas formaciones (tipo 1A y 1B), por lo que nos inclinamos a pensar que los grupos que ocuparon el yacimiento utilizaron el sílex de estas dos formaciones geológicas para la confección de sus soportes y útiles.

El sílex del Maastrichtiense, que aflora a lo largo de la Sierra de la Carrodilla, se hallaría en un radio de aprovisionamiento de carácter inmediato o local. El depósito

localizado en la zona conocida como La Mentirosa estaría situado en las inmediaciones del abrigo, a menos de una hora a pie de éste. Además, al extenderse la formación a lo largo de toda la Sierra, entendemos que deben existir muchos otros afloramientos de sílex, posiblemente con más material y de más fácil extracción. Por todo ello entendemos que un trabajo intensivo en la zona debiera ser realizado a fin de localizar un taller que sería la evidencia explícita de la explotación de este tipo de sílex.

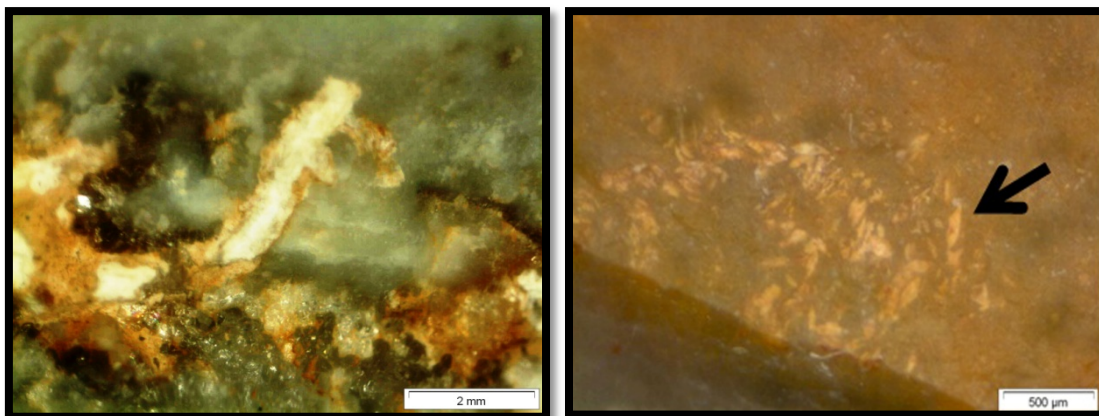
Los nódulos localizados en el depósito de Peraltilla, al oeste de Cova Alonsé y en un radio local, deben relacionarse con los afloramientos de sílex situados en la Serra Llarga, entre las poblaciones de Castelló de Farfanya y Alfarrás, a algo más de 30 km al sureste del yacimiento. Por ese motivo, el hallazgo de sílex de estas características en Cova Alonsé nos indica que estos grupos humanos pudieron aprovisionarse en depósitos de carácter local (Peraltilla) o desplazarse hasta los afloramientos de la Serra Llarga, de tipo extra-local o regional.

Así, en lo relativo a los depósitos de sílex lacustre explotados, en estos momentos de la investigación podemos apuntar a la explotación en el Magdaleniense inferior de las dos formaciones de sílex próximas -el Maastrichtiense y el Estampiense-. Sin embargo, no podemos descartar que se explotasen otras formaciones situadas en un radio superior a 30 km del yacimiento, como serían los sílex de las formaciones del Oligoceno que afloran en Alberola y Tartareu, en un radio regional, o los sílex del Mioceno del sur de la Cuenca del Ebro, que afloran próximos a las localidades de Fraga y Mequinenza y se situarían en un radio que podríamos considerar extra-regional. Posiblemente, la aplicación de técnicas de caracterización geoquímica pueda aportarnos nueva luz sobre la cuestión del aprovisionamiento de este litotipo.

#### *7.2.1.2 Litotipo 2*

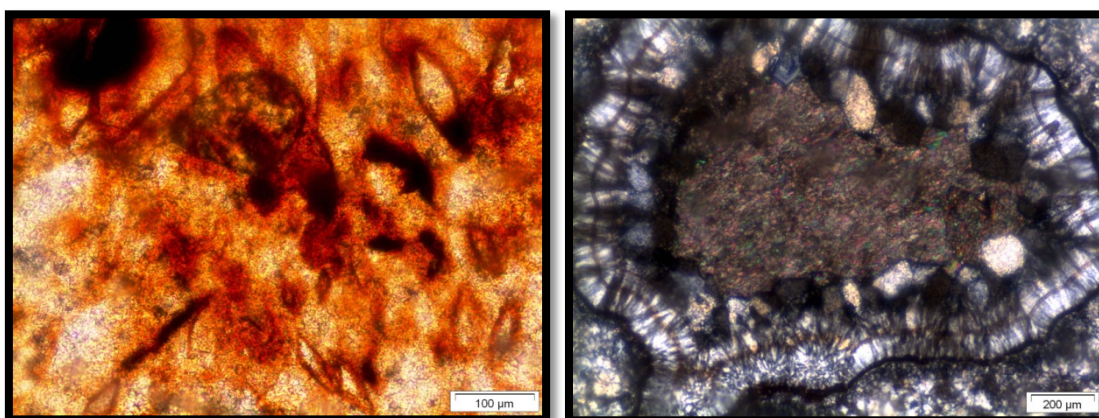
El segundo litotipo lo integran sílex originados en una facies sedimentaria continental evaporítica. Se han definido como pertenecientes a este tipo de sílex un total de 313 elementos (7,90% del conjunto). Los sílex de este grupo poseen un grano entre fino y grueso, con superficies entre lisas y rugosas, siendo la aptitud a la talla generalmente media y sólo en ocasiones alta. Debido a la alta salinidad del medio en el que se originaron estos sílex, la característica principal es la ausencia de elementos

bioclásticos. Así, la textura es de tipo *mudstone*, en raras ocasiones *wackestone*, con inclusiones de macrocristales de cuarzo rellenando porosidades (fig. 241) e impurezas de pseudomorfos lenticulares de yeso (fig. 242) y óxidos metálicos en forma de gránulos de hematites.



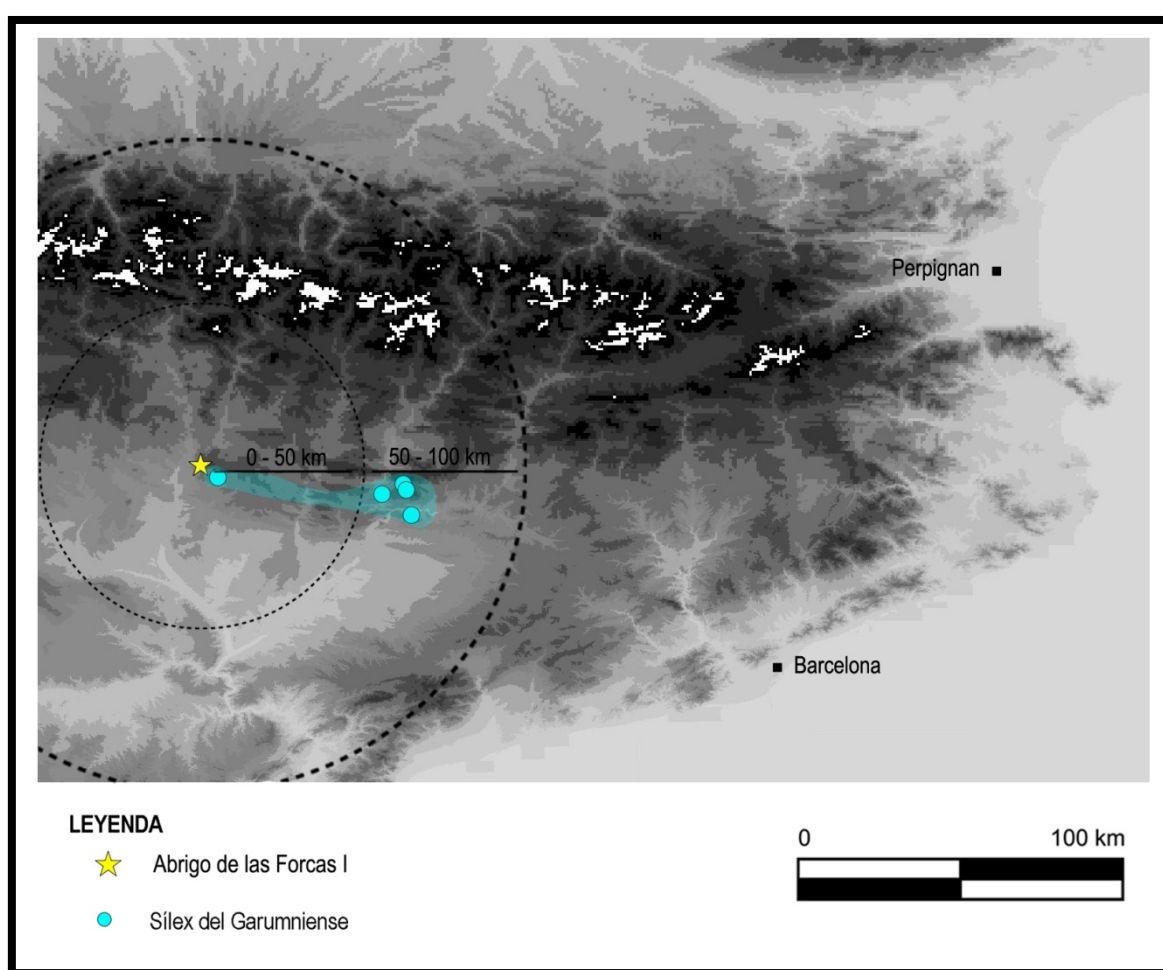
**Figs. 241 y 242** – Recristalizaciones de megacuarzo (izq.) y pseudomorfos lenticulares de yeso (dcha.) de dos sílex del litotipo 2 observados a la lupa binocular.

A nivel microscópico se observa una alta variabilidad (figs. 243 y 244). Así, mientras que algunas láminas presentan un alto porcentaje de mosaicos de megacuarzo (hasta un 20%), en otras el mosaico de megacuarzo está ausente y, en cambio, predominan los elementos carbonatados (en valores de un 30%). La porosidad difiere entre muestras, o bien no hallando o bien llegando a encontrar hasta en un 10%. Ante estos datos, nos inclinamos a pensar que se explotó un sílex de tipo continental evaporítico que presentaba una alta variabilidad en la formación, el afloramiento o incluso el nódulo.



**Figs. 243 y 244** – Observación al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.) de pseudomorfos lenticulares de yeso con concentración de óxidos metálicos (izq.) y de una porosidad en proceso de ser rellenada por sílice fibrosa y cristales de megacuarzo (dcha.) en dos sílex del litotipo 2.

Los materiales adscritos a este segundo litotipo presentan importantes similitudes con los sílex recuperados en el depósito del Garumniense localizado en las proximidades de Alins del Monte, a menos de 8 km del yacimiento (fig. 245). La alta variabilidad observada durante el análisis del material arqueológico adscrito a esta facies sedimentaria se corresponde con el amplio abanico que presentan las láminas procedentes del depósito de Alins. Además, cabe recordar que durante los trabajos de prospección realizados (Sánchez 2012), en el depósito de Alins localizamos un taller de sílex con abundancia de restos corticales producidos tras el desarrollo de los primeros estadios de la cadena operativa lítica.



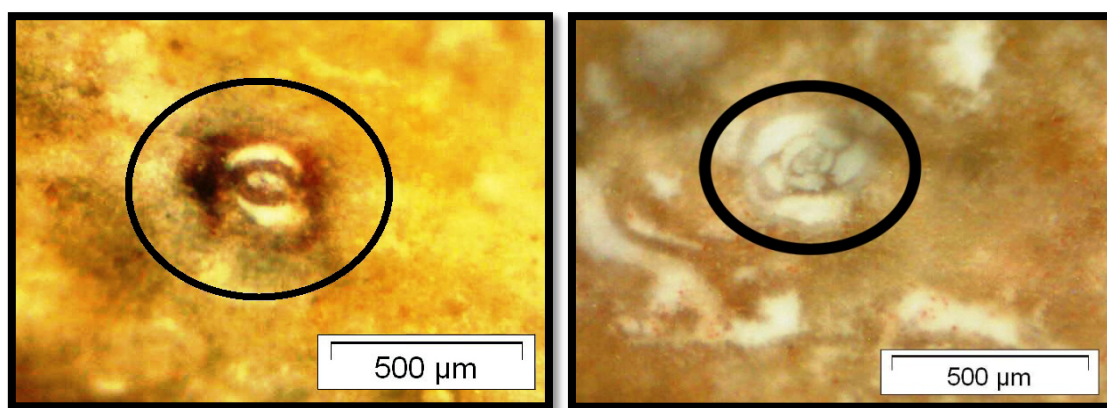
**Fig. 245** – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Cova Alonsé.

Gran parte de los restos estarían en relación con la explotación del sílex por parte de los habitantes de Alins del Monte para la fabricación de los trillos, en uso hasta el siglo XX. Sin embargo, no descartamos que algunos de los restos hallados puedan corresponderse con una explotación de época prehistórica, lo que permitiría establecer una estrecha

relación entre este depósito y los materiales de Cova Alonsé, por lo que hablaríamos de la existencia de un aprovisionamiento local para este litotipo.

### 7.2.1.3 Litotipo 3

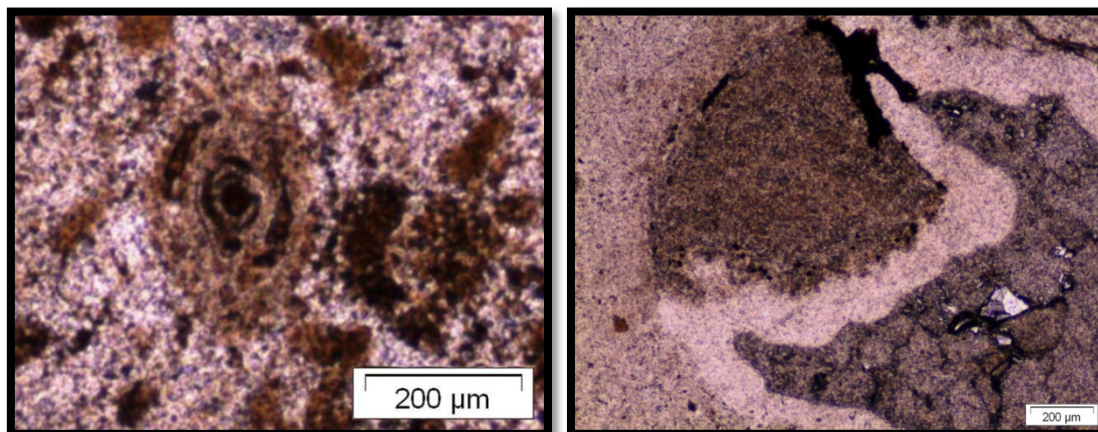
Únicamente podemos adscribir a este grupo cinco piezas (0,13% del conjunto), caracterizadas por poseer, sobre una textura heterogénea de tipo *wackestone-packstone*, un contenido micropaleontológico propio de facies sedimentarias transicionales, en el que confluyen elementos propios de ambientes lacustres (secciones de tallos de algas carofitas) con otros de ámbito marino (secciones de miliólidos) (figs. 246 y 247). Debemos precisar, no obstante, que los miliólidos generalmente se hallan en aguas marinas pero también pueden vivir en medios transicionales en los que entran en contacto aguas marinas y lacustres. En lo referente a las inclusiones más frecuentes, éstas no difieren de las típicamente representadas en el grupo de sílex lacustres (óxidos metálicos, relictos carbonatados, relictos de posible materia orgánica, cristales de cuarzo detrítico y en algún caso recristalizaciones de megacuarzo en el relleno de porosidades). La aptitud a la talla de este tipo de sílex es entre media y alta, pues poseen granulometría fina y superficies lisas. Por las características que presentan los sílex incluidos en este grupo creemos que se trata de elementos formados en el contacto de dos ambientes de formación (lacustre y marino), motivo por el cual han adquirido características típicas de ambos ambientes sedimentarios.



Figs. 246 y 247 – Secciones de miliólidos observadas a la lupa binocular en dos sílex adscritos al litotipo 3.

El estudio petrográfico y micropaleontológico de la lámina elaborada sobre sílex de este litotipo demuestra la existencia de una gran similitud con los sílex del tipo 1, con un

mosaico de microcriptocuarzo como textura principal y en proporciones más reducidas cuarzo fibroso de elongación negativa y morfología botroidal, y cristales subeuhedrales de megacuarzo en disposición de mosaico en el relleno de porosidades. También identificamos componentes no silíceos (óxidos metálicos, relictos de micrita y secciones de bioclastos como elementos carbonatados y gránulos de cuarzo subredondeados como elementos detríticos) (figs. 248 y 249).



**Figs. 248 y 249** – Sección de miliólide (izq.) y de posible ostrácodo (dcha.) observados al microscopio petrográfico con luz paralela en un sílex adscrito al litotipo 3.

Estos sílex presentan una estrecha relación con los sílex del litotipo 1 (tipo 1B), pues en contacto con las calizas con carófitos y sílex del Maastrichtiense que afloran en la Sierra de la Carrodilla y que tienen sus paralelos con los sílex del litotipo 1, hallamos unas calizas de la facies Garum atribuidas al Campaniense-Maastrichtiense. Éstas presentan sílex de similares características a los del litotipo 3, marcando un delgado intervalo transgresivo de la evolución general regresiva de la facies Garumniense.

De este modo, con mucha probabilidad los restos de sílex del tipo 3 adscritos a una facies sedimentaria transicional podrían ser originarios de esta formación de calizas del contacto Campaniense-Maastrichtiense que aflora a lo largo de la Sierra de la Carrodilla (fig. 250). Este dato es de gran importancia, pues se convierte en una prueba más sobre la explotación de sílex de la Sierra de la Carrodilla, lo que, como veremos, tendrá connotaciones importantes en cuestiones de movilidad y territorio.

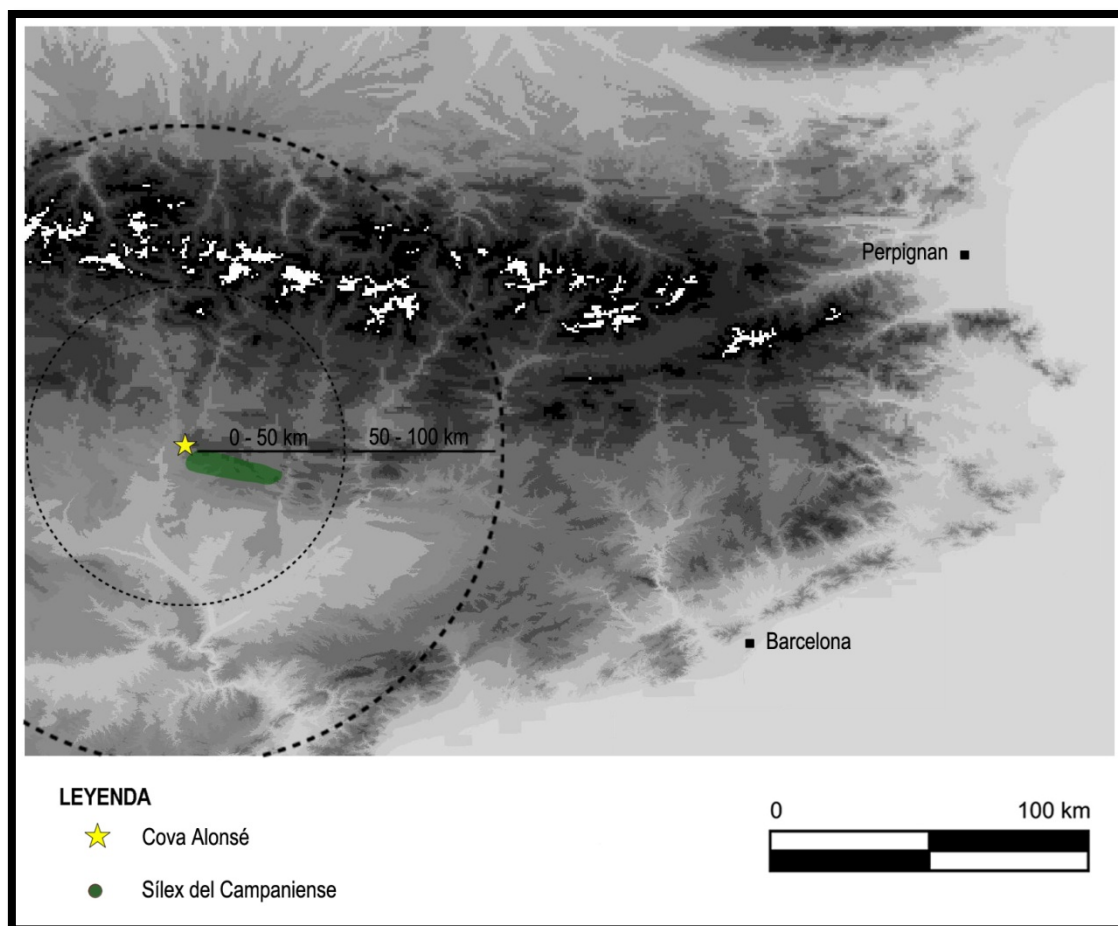


Fig. 250 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Cova Alonsé.

## 7.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica

### 7.2.2.1 Medida del grano

En lo referente a la medida del grano, observamos que los sílex adscritos al litotipo 1 (ambiente sedimentario continental lacustre) son los que presentan una mayor aptitud a la talla, pues poseen un grano entre fino y muy fino con superficies sin rugosidades. Los sílex del litotipo 2, en cambio, presentan un grano más grueso con superficies más irregulares, debido principalmente a la existencia de fisuras, siendo la aptitud a la talla mucho menor. No obstante, algunos ejemplares adscritos a este tipo de sílex presentan un grano más fino sin apenas rugosidades en la superficie, siendo más aptos para ser tallados.



## 7.2.2.2 Presencia de córtex

El análisis preciso de los elementos corticales presentes en las muestras, además de aportar información sobre la litología de la roca encajante y del posible punto de aprovisionamiento, puede indicarnos en qué estadio de la cadena operativa lítica llegó cada tipo de sílex al yacimiento. En la fig. 251 se detallan los tipos de córtex y el peso en cada uno de los dos grandes grupos definidos.

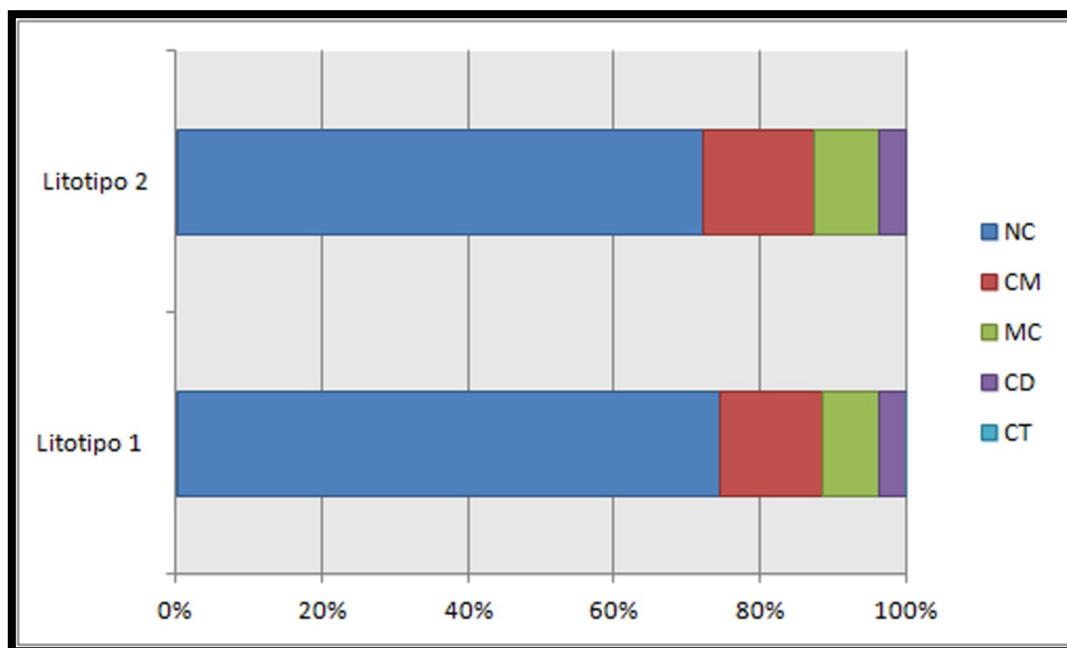


Fig. 251 – Presencia de córtex según los dos grandes grupos identificados. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

Como se puede observar, en ambos tipos, los índices de corticalidad se sitúan en torno al 25% (27,80% en el tipo 2 y 25,50% en el tipo 1), teniendo en cuenta el número de piezas corticales. Si hacemos referencia a la cantidad de material, los índices de corticalidad en este caso superan el 50% (56,64% para los evaporíticos y 53,99% para los lacustres). Creemos que esta notable diferencia en los datos porcentuales se debe al hecho de que, naturalmente, las piezas corticales tienen un mayor volumen y, por tanto, un peso más elevado.

Si analizamos en detalle el conjunto de piezas corticales del tipo evaporítico notamos que, de los 87 elementos con córtex, hay cinco núcleos y seis útiles. El resto lo formarían lascas no retocadas y *débris*. Podemos precisar, por tanto, que este tipo de sílex fue aportado al yacimiento tras un primer desbastado en el que se extrajo gran

parte de la roca encajante para realizar los últimos estadios de la cadena operativa lítica en el yacimiento.

Similar estrategia de aprovisionamiento se empleó para con los sílex del litotipo 1. De los 46 núcleos hallados, únicamente 17 no presentan corticalidad. De ello podemos deducir que un primer desbastado del material, en el que se desprendió buena parte de la roca encajante, se llevó a cabo en un lugar externo al yacimiento. En Cova Alonsé, en cambio, se elaboraron lascas y láminas que, en algunos casos, fueron retocadas para la confección de útiles.

En ambos tipos, los córtex aparecen escasamente rodados, indicando que el punto de aprovisionamiento muy posiblemente no esté relacionado con un abastecimiento secundario en el lecho del río, por ejemplo, pues de haber sido así el córtex hubiera aparecido rodado, pulido o con otras evidencias de transporte.

En lo que concierne a la litología del córtex, de las 1.015 piezas corticales, 907 (89,36%) presentan un córtex calizo, en 25 la litología es marga (2,46%) y las 83 restantes (8,18%) son córtex secundarios en los que, debido principalmente a procesos erosivos, la pieza ha adquirido una película de la propia masa silíceas que se conoce con el nombre de neocórtex o córtex secundario.

#### 7.2.2.3 Alteraciones

En general, el conjunto lítico presenta un buen estado de conservación, constituyendo los elementos alterados un 20% de las piezas y afectando de manera similar a los diferentes tipos de sílex (fig. 252). La pátina blanca (16%) y la termoalteración (4%) son las principales alteraciones observadas, estando escasamente representada la pátina ferruginosa, de carácter marginal<sup>19</sup> (0,14%).

De todo ello se desprende que, en lo referente a los procesos de alteración térmica, no se observa una termoalteración específica de un determinado tipo de sílex. Estos datos nos permiten plantear la hipótesis de la existencia de una termoalteración accidental de las piezas, muy posiblemente en relación con algún pequeño hogar, y después de haber sido

---

<sup>19</sup> Una pátina ferruginosa marginal afecta a los dos grandes tipos de sílex, siendo algo más representativa para el tipo 2 (0,32%) que para el tipo 1 (0,18%).

aportados ambos tipos de sílex al yacimiento, pues se manifiesta en ambos grupos. Por otro lado, y a pesar de que la pátina blanca afecta a ambos tipos en porcentajes similares, en el caso del tipo 2 es algo más frecuente, debido quizás a la mayor porosidad de este sílex, facilitando el desarrollo de esta alteración de tipo químico.

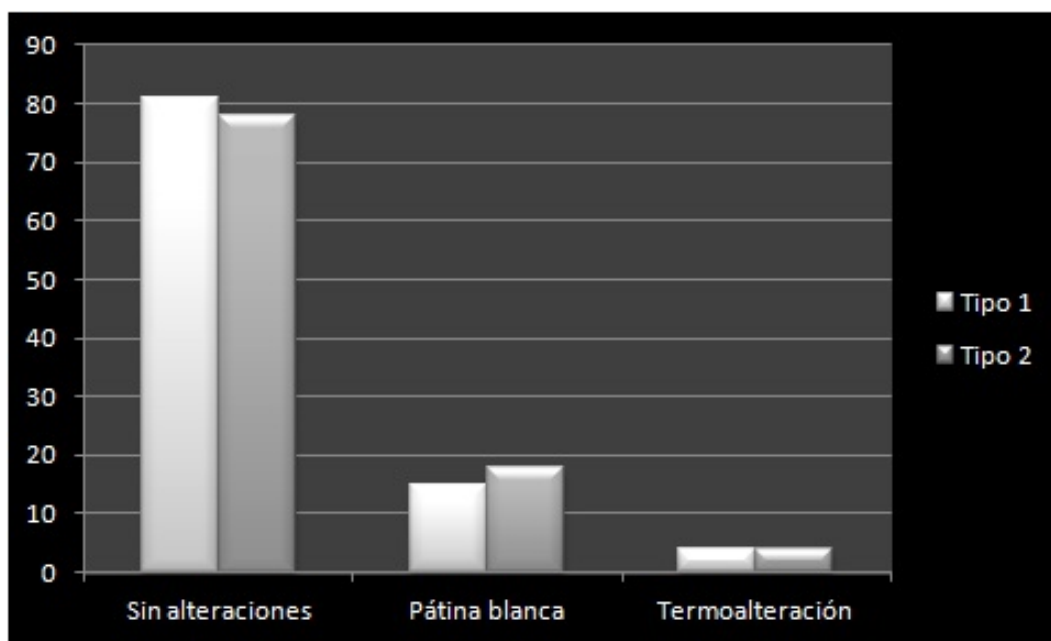
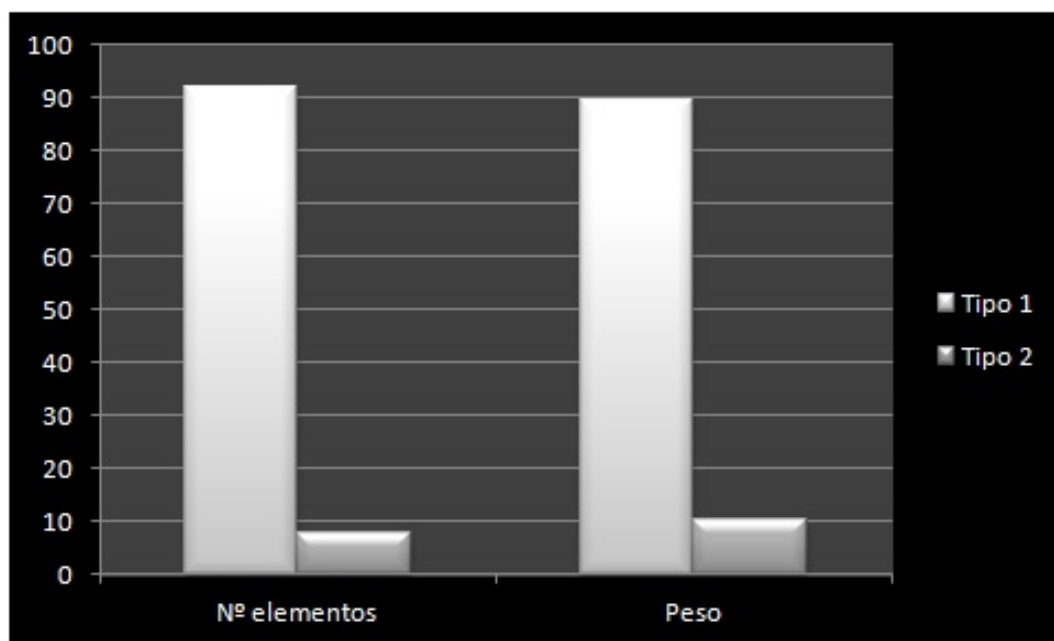


Fig. 252 – Porcentajes de las principales alteraciones de los dos tipos de sílex mayoritarios en Cova Alonsé.

#### 7.2.2.4 El peso

Para poder precisar en detalle sobre la cantidad de materia aportada al yacimiento para cada litotipo se han pesado todas las piezas. Como resultado, observamos algunas diferencias en los porcentajes de tipos de sílex en función de la variable que apliquemos (peso o número de piezas) (fig. 253). Así, el sílex de tipo 1 -en el que también incluimos las muestras de aquellos sílex de tipo transicional- pasaría de estar representado en un 92,08% según el número de elementos a un 89,63% si tomamos como variable el peso. El sílex de tipo 2, en cambio, vería aumentados los porcentajes al cambiar la variable de número de individuos a peso (de 7,92% a 10,37%). Una primera interpretación arqueológica de estos datos nos indica que el sílex de tipo evaporítico aparece menos fragmentado y con piezas de un peso mayor que la gran parte de sílex lacustres.



**Fig. 253** - En el eje de las ordenadas, porcentajes de los dos tipos de sílex en función de la variable Peso y Número de elementos (en el eje de las abscisas).

### 7.2.3 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico

El análisis tecno-tipológico del material ha permitido que hayamos podido ahondar más sobre datos que relacionan ambas disciplinas y aportar nuevas referencias sobre las estrategias de aprovisionamiento y producción lítica de estas comunidades.

En lo que concierne a la producción de útiles, a pesar de observar que se sigue una estrategia de aprovisionamiento similar para los dos tipos de sílex mayoritarios (posible aprovisionamiento primario o subprimario en el que se realiza un trabajo previo de desbastado de la parte cortical fuera del yacimiento), principalmente los útiles se confeccionan con sílex del tipo 1, de una aptitud superior a la talla a ojos de arqueopetroólogo. Esta idea nos informa a la vez que el criterio utilizado por los arqueopetroólogos para la valoración de la aptitud a la talla de una materia prima por el grano y superficie pudo ser muy similar a la que siguieron los cazadores-recolectores que ocuparon Cova Alonsé en el momento de la elección de los materiales para su talla. Podríamos ahora preguntarnos si los útiles realizados sobre sílex de tipo evaporítico (tres puntas de un total de 87 útiles -sin contabilizar aquí los núcleos-) pudieron estar relacionadas con un tipo de trabajo específico, bien siendo fruto de una talla experimental para comprobar la calidad del sílex, de una talla para una actividad

específica que no requería de la confección de útiles, o si pudo tratarse de una actividad de aprendizaje formativo en la práctica para elaborar útiles.

### **7.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense inferior de Cova Alonsé**

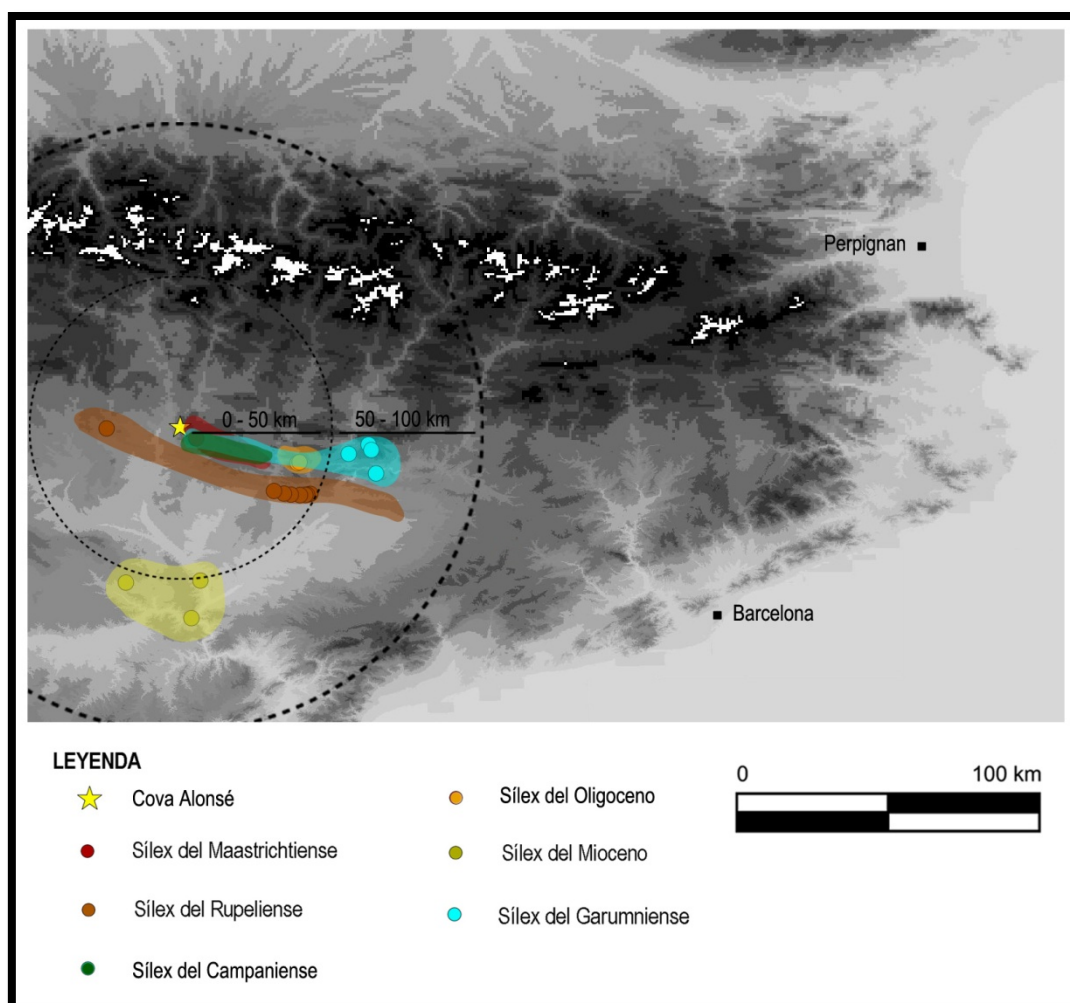
Tras haber analizado los restos líticos recuperados en Cova Alonsé<sup>20</sup> y después de conocer las formaciones susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenienses que se asentaron en la Sierra de la Carrodilla (fig. 254), es el momento de incidir en las diferentes estrategias de gestión de los recursos abióticos líticos y la movilidad en el territorio de dichos cazadores-recolectores.

El estudio de las cadenas operativas líticas de los dos tipos de sílex explotados ha sacado a la luz estrategias de aprovechamiento desiguales para cada caso. A pesar de que se observa una similitud para los primeros estadios de la cadena operativa lítica en los que los nódulos de sílex son desbastados en el exterior del yacimiento, las diferencias aparecen en los siguientes estadios. Mientras que del sílex lacustre se extraen soportes en forma de lascas y láminas, del sílex evaporítico únicamente se realizan lascas. Posteriormente, sólo los soportes realizados con sílex de tipo lacustre son aprovechados para la elaboración de útiles, quedando relegado el uso de los sílex evaporíticos al empleo en bruto de los soportes.

Creemos que las diferentes estrategias de aprovechamiento observadas en ambos tipos pueden tener una relación directa con la calidad y aptitud a la talla de los sílex. Este concepto utilizado por los arqueopetroólogos para caracterizar las rocas utilizando criterios macroscópicos como la medida del grano -el tacto al tocarlo, pues entendemos que el sílex por definición es microcriptocristalino- y el tipo de superficie -existencia o no de fracturas, rugosidades e impurezas- debió ser adquirido por los grupos humanos que habitaron Cova Alonsé, pues utilizaron los sílex más aptos a nuestros ojos para la elaboración de los útiles.

---

<sup>20</sup> El hecho de hallarnos ante un conjunto arqueológico en parte removido ha impedido poder realizar un estudio de distribución espacial de los restos líticos a lo largo de la secuencia estratigráfica del yacimiento, análisis que hubiera podido aportar datos de gran valor para la interpretación arqueológica del conjunto.



**Fig. 254** – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenienses de Cova Alonsé.

Así, mientras el sílex lacustre fue empleado para la elaboración de útiles diversos para actividades varias (raspadores, raederas, buriles o proyectiles), el sílex evaporítico aparece en forma de soportes en bruto. La pregunta que se nos plantea es qué uso pudieron tener estos soportes sin retoque. En el yacimiento únicamente se han documentado tres útiles realizados con este tipo de sílex (tres puntas) aunque no sabemos si se fabricaron más, que no se han conservado. También podríamos pensar en el empleo de este tipo de sílex como probatorio, es decir, que por razones que se nos escapan, los magdalenienses dieron fortuitamente con un depósito de sílex de este tipo que decidieron explotar. Según esta hipótesis, los restos hallados en Alonsé podrían ser las primeras pruebas realizadas para comprobar la calidad de este material.

Diversos motivos nos llevan a descartar la hipótesis anterior. Por un lado, por norma general el testado de los nódulos suele hacerse en la misma zona de afloramiento. Por

otro, el taller de sílex hallado en Alins demuestra la existencia de una importante explotación de sílex, en parte en época histórica, pero probablemente también en época prehistórica. La razón que nos lleva a pensar que parte de estas lascas pudieron ser realizadas por los grupos que ocuparon Alonsé es la presencia de este tipo de sílex en yacimientos de cronología similar y en un territorio cercano. Estaríamos hablando de los asentamientos de Forcas I (Graus, Ribagorza, Huesca), situado a menos de 20 km de Cova Alonsé y en el que también se empleó sílex de tipo evaporítico (Utrilla y Montes 2007) o del nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, la Noguera, Lleida), adscrito al Magdaleniense superior final y en el que también se hallaron restos de sílex de tipo continental evaporítico (Mangado *et al.* 2007).

Así, la explotación de sílex evaporítico por los grupos de Alonsé no fue una estrategia de aprovisionamiento aislada pues, además de hallar paralelos en Forcas I y la Cova del Parco, como yacimientos próximos a nivel cronológico, también encontramos ejemplos por proximidad geográfica.

La Cueva del Moro de Olvena (Olvena, Somontano de Barbastro, Huesca), con ocupaciones del Neolítico antiguo y Bronce inicial, presenta similares estrategias que las observadas en Cova Alonsé. Por un lado, en la Cueva del Moro de Olvena tampoco están representados los restos de desbastado del material procedentes de los primeros estadios de la COL, que tuvo que realizarse fuera del yacimiento. Por otro, los resultados de los estudios petrográficos y micropaleontológicos llevados a cabo por Mandado y Tilo demuestran la presencia de sílex de tipo evaporítico y lacustre, éste último preferentemente utilizado para la confección de útiles (Mandado y Tilo 1995).

Más allá de indicarnos que estamos ante unas estrategias similares de aprovisionamiento y gestión de los recursos abióticos líticos, el hecho de hallar los mismos tipos de sílex en dos yacimientos próximos en el espacio pero alejados en el tiempo nos indica que esta zona, y más concretamente la Sierra de la Carrodilla, sostuvo una ocupación humana y de explotación de sus recursos reiterada en el tiempo.

Los datos que acabamos de expresar nos permiten realizar una aproximación a la noción de territorio que pudieron poseer los cazadores-recolectores que ocuparon Cova Alonsé durante el Magdaleniense inferior. Si entendemos territorio como la apropiación humana del espacio geográfico debido principalmente al reconocimiento y explotación

de sus recursos, entenderemos que la Sierra de la Carrodilla debió formar parte del territorio de dichos grupos, pues el sílex, como principal recurso conservado, es un indicador de la apropiación del mencionado espacio geográfico. La apropiación y explotación de los recursos de la Sierra de la Carrodilla también es un marcador de la existencia de una frecuentación recurrente del entorno. Los grupos que ocuparon Cova Alonsé no lo hicieron por error o para pasar una noche debido a las inclemencias temporales, por ejemplo, pues de haberse dado el caso no demostrarían el buen conocimiento del entorno que ponen de manifiesto las materias primas líticas explotadas. Más bien al contrario, nos hallamos ante una ocupación recurrente del lugar no sólo porque se explotan los recursos abióticos líticos disponibles, sino porque además, y según lo que indica el registro arqueológico, son los únicos recursos explotados, no encontrando sílex exógeno.

Todos estos datos nos llevan a plantear cuál fue el motivo por el que estos grupos humanos nómadas ocuparon Cova Alonsé. El yacimiento posee una ubicación excelente, pues domina el cauce de un barranco que drena un pequeño valle y que desagua hacia la llanura aluvial del río Cinca a través de un angosto cañón que se inicia al pie del yacimiento. De este modo, el abrigo cuenta con un inmediato aprovisionamiento de agua y de toda aquella vegetación deudora de una cierta humedad, reuniendo unas características ideales para practicar la caza en las inmediaciones mediante el control del acceso al agua debido al estrechamiento del lugar. Además, su situación favorece el desarrollo de prácticas recolectoras de amplio espectro al situarse en la divisoria de ecosistemas diferenciados, lo que amplía de forma considerable la variedad de especies vegetales y animales susceptibles de ser explotadas (Montes 2005: 4).

Por los motivos expuestos pensamos que la frecuentación de la Sierra de la Carrodilla en su extremo más occidental pudo llevar como objeto principal la caza y recolección de determinadas especies siguiendo un ciclo estacional. Siendo el objeto principal de estos grupos la explotación de las especies faunísticas y la flora típica estacional, el sílex pasaría a ser un objeto secundario en la explotación de recursos de la Sierra de la Carrodilla. Sin embargo, y a pesar de creer que principalmente pudieron frecuentar el entorno en busca de recursos alimenticios, la presencia en el registro arqueológico de únicamente sílex local nos lleva a pensar en la existencia de una confianza y un acceso libre o sin restricciones evidentes a los recursos abióticos líticos para la confección del



utillaje de base, entendiendo por acceso libre la inexistencia de barreras sociales o geográficas a dichos recursos.

Sin embargo, no descartamos la posible existencia de sílex exógenos que pudieron ser aportados por los grupos humanos en forma de elementos especiales y que se llevaron consigo tras su paso por Alonsé, pudiéndose tratar de elementos de carácter simbólico. Pero más allá de la posible existencia o no de estas piezas, quisiéramos introducir aquí el concepto de visibilidad arqueológica que, llevado a nuestro campo de estudio, vendría a traducirse con que la no aparición de un tipo de sílex en el registro arqueológico no sería sinónimo de la inexistencia de explotación de éste por parte de los grupos humanos que ocuparon el asentamiento.

El abrigo de Cova Alonsé sería una parada en el circuito de movilidad de los grupos magdalenienses. Entendemos que, como comunidades nómadas, poseerían un territorio fundado a partir de la apropiación de los recursos de un espacio geográfico determinado. Éste sería explotado en función de variables estacionales dependientes de la abundancia o escasez de recursos alimentarios, pues entendemos que las fuentes de sílex frecuentadas posiblemente eran accesibles durante todo el ciclo anual.

A día de hoy podemos precisar que Cova Alonsé fue un asentamiento de tipo estacional posiblemente adscrito a la explotación de recursos alimentarios ubicados en la Sierra de la Carrodilla con una frecuentación de tipo recurrente. A pesar de hallar únicamente un nivel arqueológico, hablamos de la existencia de una frecuentación recurrente del entorno debido a la explotación de los recursos próximos y al hecho de que pensamos que durante los periodos de explotación de los recursos de la Sierra de la Carrodilla pudieron haberse ocupado otros abrigos, cuevas o asentamientos al aire libre al margen de Alonsé, pues en la zona abundan las cavidades cársticas.

## 8. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE DEL ABRIGO DE FORCAS I (GRAUS, LA RIBAGORZA)

### 8.1 El yacimiento arqueológico del Abrigo de Forcas I

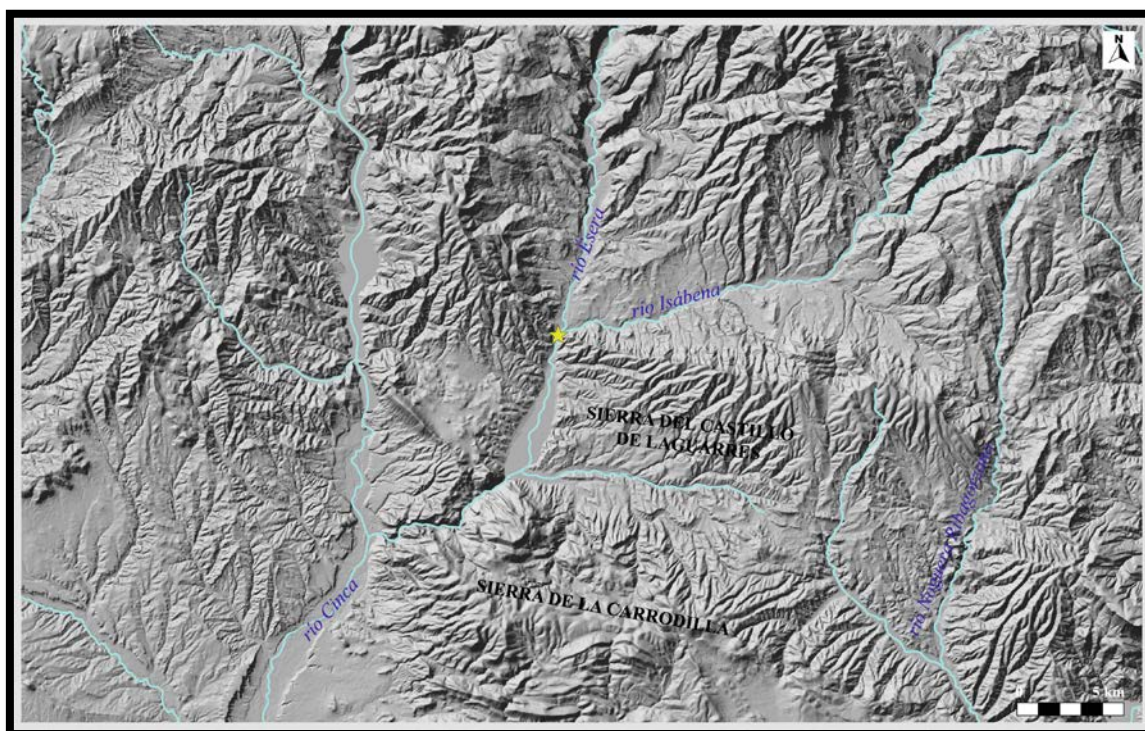
#### 8.1.1 Localización y excavación

El Abrigo de Forcas I se abre en el paraje conocido como Peña de las Forcas, en el término municipal de Graus (Huesca). Dista menos de 1 km del casco urbano y se sitúa en la margen izquierda del río Ésera, a unos 10 metros de altura sobre su cauce actual, orientado al Oeste y a 480 m snm. El abrigo se abre en una pared de conglomerado de aproximadamente 25 m de altura que discurre, a lo largo de unos 100 m, en dirección Norte-Sur. En la actualidad esta pared es casi vertical, pero en otros momentos debió tener una visera mayor, a juzgar por los bloques desprendidos en el área Norte, lo que daría al conjunto un espacio habitable mucho mayor del que hoy representa. Las coordenadas UTM del sitio son 31T 280102 X – 4673215 Y (Utrilla y Mazo 2007: 9) (fig. 255).



Fig. 255 – Localización del Abrigo de Forcas I en el nordeste peninsular.

El yacimiento posee una ubicación estratégica, pues se asienta en el punto exacto en el que se estrecha el valle, permitiendo controlar los desplazamientos de animales, en la confluencia de los ríos Ésera e Isábena. El Abrigo de Forcas I se sitúa en la Unidad Surpirenaica central, comprendida entre los ríos Segre y Cinca, y más exactamente entre la lámina cabalgante de Bóixols y del Montsec, en la cuenca de Graus-Tremp, a los pies de la Sierra del Castillo de Laguarres, que se extiende de Oeste a Este y constituye una de las primeras elevaciones montañosas del Prepirineo en esta zona (fig. 256).



**Fig. 256** – Principales accidentes geográficos del entorno del Abrigo de Forcas I.

Descubierto de forma casual en 1990 por Jean Vaquer, investigador del CNRS, el yacimiento había sido destruido en un 90% por una explotación de gravas, que había dejado al descubierto una estratigrafía con lentejones negros de ocupación, bien visibles, que aportaban restos de sílex y de fauna (fig. 257). Tras una visita al lugar, la Dra. Pilar Utrilla y el Dr. Carlos Mazo consideraron la necesidad de realizar una campaña de urgencia con el objeto de recuperar los restos arqueológicos todavía presentes y establecer, en lo posible, su secuencia ocupacional (Utrilla y Mazo 2007: 9). Tras cinco campañas de excavación codirigidas por la Dra. Pilar Utrilla y el Dr. Carlos Mazo (1990, 1991, 1992, 1996 y 1997) fueron identificados hasta 14 niveles arqueológicos (Utrilla y Mazo 2007: 12).

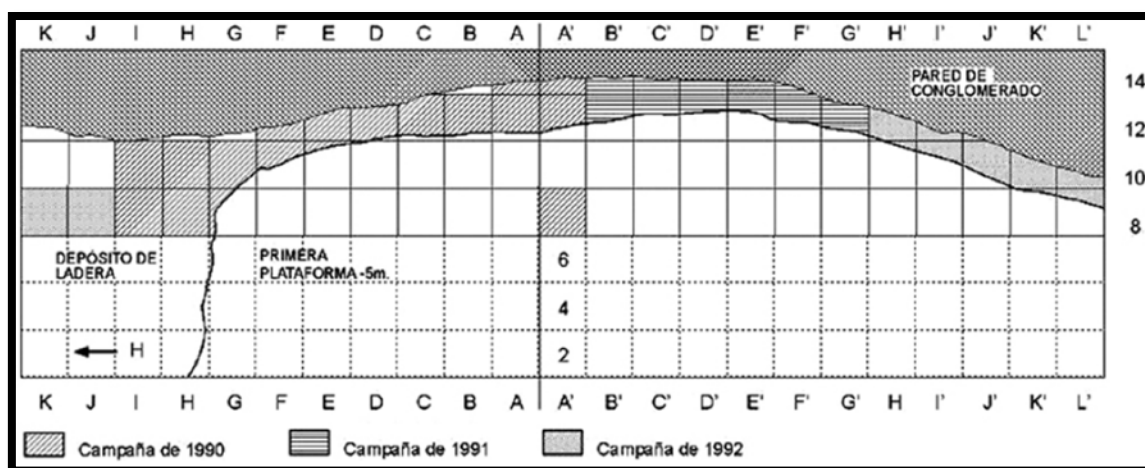


Fig. 257 – Planta del Abrigo de Forcas I. Fuente: Utrilla y Mazo 2014: 35.

El Abrigo de Forcas I fue ocupado reiteradamente en el Tardiglacial durante el Magdaleniense inferior (14440±70 BP - GrA-25979), el Magdaleniense superior (13010±320 BP - GrN-17788) (12600±60 BP – GrA-33986), el Magdaleniense superior final (12620±360 BP – GrN-17787) (12440±50 BP – GrA-32957) (12010±60 BP – GrA-33987) y el Magdaleniense final / Aziliense (11015±45 BP – GrA-32959). El asentamiento continuó siendo ocupado a comienzos del Holoceno, durante el Epipaleolítico antiguo, con dos niveles datados entre 9715±75 BP (GrN-17785) y 9360±140 BP (GrN-17784). Tras esta fecha, Forcas I fue abandonado, pasando a ser ocupado el vecino abrigo de Forcas II (Utrilla y Mazo 2007: 9-15) (tabla 6).

Nivel	Periodo	Fecha	Ref. Lab.	Met.	M.
X	Magd. sup. fin. / Aziliense	11015±45 BP	GrA-32959	AMS	H
XIIIa	Magd. sup. fin.	12010±60 BP	GrA-33987	AMS	H
XIIIId	Magd. sup. fin.	12440±50 BP	GrA-32957	AMS	H
XIII	Magd. sup. fin.	12620±360 BP	GrN-17787	Cnv	Hs
XIV	Magd. sup.	12600±60 BP	GrA-33986	AMS	H
XIV	Magd. sup.	13010±320 BP	GrN-17788	Cnv	Hs
XVb	Magd. inf.	14440±70 BP	GrA-25979	AMS	H

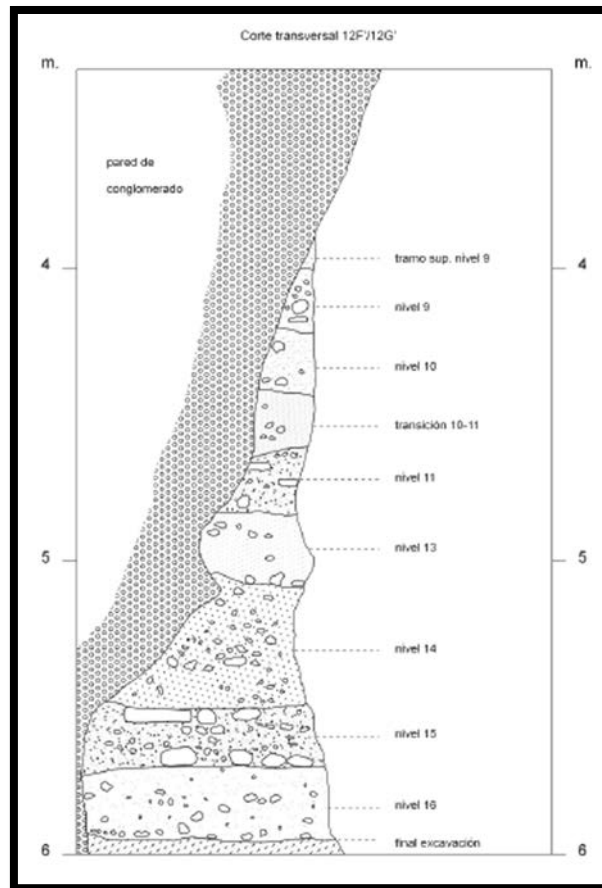
Tabla 6 – Dataciones magdalenienses del Abrigo de Forcas I. Basado en Utrilla y Mazo 2007 (modificado). Niv:

Nivel; Periodo: Periodo cultural; Fecha; Ref. Lab.: Referencia del Laboratorio; Met.: Método; M: Muestra.

Recordemos que las dataciones convencionales expuestas en la tabla, pese a ser consideradas válidas, presentan unas horquillas cronológicas muy amplias.

### 8.1.2 Secuencia sedimentaria del yacimiento

En este apartado nos centraremos en la descripción de los niveles magdalenienses, pues han sido nuestro objeto de estudio. La secuencia arqueológica y sedimentaria correspondiente a la ocupación magdaleniense se define a continuación de arriba hacia abajo (Utrilla y Mazo 2014) (fig. 258):



**Fig. 258** – Corte transversal de Forcas I con los diferentes niveles identificados. Fuente: Utrilla y Mazo 2007: 13.

- Nivel 10: Gravillas y cantos, tanto angulosos como redondeados, en un paquete general de limos amarillos de 20 cm de espesor medio. La matriz es arenosa, muy suelta y su color es amarillo pardo. Un fragmento de hueso ha sido datado en  $11015 \pm 45$  BP (GrA-32995), lo que podría clasificarse en un Magdaleniense final/Aziliense.
- Nivel 11: Cenizas de 50 cm de espesor medio de color marrón amarillento claro. Su estructura general presenta laminaciones en las que alternan delgados niveles de arcillas rosadas con otros de calibre mayor. Podría asignársele una cronología de Magdaleniense superior/final.

- Nivel 12: Limos amarillos sin cenizas de entre 10 y 15 cm de espesor. Aunque aparece generalizado en todo el corte frontal, en ocasiones llega a desaparecer debido a su escasa potencia. Este nivel ofrece escasos restos de sílex.
- Nivel 13: Limos y gravillas en un tono general de cenizas en el que se aprecian varios lentejones, tres de ellos más o menos grises (a, b y d) y uno negro-rojizo (c). La parte superior del nivel (13 a-c) se ha diferenciado tipológicamente de la inferior (13d), ya que parecen existir 400 años de diferencia entre las dos dataciones que entregan los huesos: 12010±60 BP (GrA-33987) para la parte superior y 12440±50 BP (GrA-32957) para la inferior. Se han localizado al menos tres hogares en este nivel. Es significativa la aparición de un depósito de 18 núcleos, de escasa variación tipológica y tipométrica, que fue localizado junto a un conjunto de cantos rodados y una brecha de huesos y carbones que formaban parte de uno de estos hogares. Un segundo hogar fue encontrado con una losa plana a modo de plancha para asar, que contenía adheridos carbones y huesos. Posteriormente aparecieron dos nuevas planchas planas asociadas a seis lascas de sílex negro. El nivel se aproxima por fecha y tipología a un Magdaleniense superior, a pesar de la ausencia de arpones dentro de una muy escasa industria ósea conservada.
- Nivel 14: Limos amarillos-grisáceos con piedras en su parte alta y con una potencia media de 40 cm. Dibuja un contacto erosivo con el nivel 15 al introducirse en cubetas en el conglomerado. En estas cubetas aparecen abundantes cenizas y el perímetro de éstas se encontraba bordeado por algunos cantos rodados. En su interior aparecieron abundantes objetos de sílex, en especial hojitas de dorso. Se ha datado en 12600±60 BP (GrA-33986) sobre un hueso y podría ser clasificado como Magdaleniense superior.
- Nivel 15: Definido primeramente como conglomerado estéril base de la estratigrafía, su excavación en 1992 permitió modificar la caracterización, pues se trata de un nivel arqueológicamente muy fértil, con abundantes raspadores nucleiformes y hasta 100 laminillas de dorso repartidas en dos lotes de unas 50 piezas cada uno. El nivel 15b fue datado en 14470±70 BP (GrA-25979), lo que supone un Magdaleniense inferior de tipo cantábrico clásico, bien refrendado tipológicamente por la abundante presencia de raspadores nucleiformes.

- Nivel 16: Formado por limos, arenas y pequeños cantos. Este nivel es arqueológicamente fértil únicamente en el tramo superior, en contacto con el nivel 15, por lo que habría que asignar a este nivel los materiales.
- Nivel 17: Registrado en únicamente una parte del yacimiento, este nivel está constituido por arenas y cantos rodados. La alineación de los mismos induce a pensar que podría tratarse de una terraza del río Ésera. Arqueológicamente se muestra estéril.

Los estudios sedimentológicos indican que el Abrigo de Forcas I sólo se habitó en el Magdaleniense durante etapas frías del Tardiglacial, correspondiendo sus niveles fértiles al GS2 (15b), al *Oldest Dryas* (14 y 13d), al *Older Dryas* (13a) y a la corta pulsación fría del *Intra Allerod Cold Period* (IACP), en el nivel 10. El estudio sedimentológico de Fumanal y Ferrer confirma el carácter frío de todos los niveles citados, y en especial los del nivel 14 (Utrilla y Mazo 2007: 17-18).

### 8.1.3 Los restos faunísticos del Magdaleniense

Los estudios faunísticos, llevados a cabo por los doctores M. F. Blasco y P. Castaños, han puesto de manifiesto la existencia de tres grupos de especies en Forcas I, cada uno con distinta significación arqueológica. Se han localizado siete ungulados salvajes (caballo, uro, cabra montesa, sarrío, ciervo, corzo y jabalí), dos carnívoros (zorro común y gato montés) y dos lagomorfos (conejo y liebre) (fig. 259). De los 6.603 restos faunísticos recuperados, tan sólo el 15% (909) han podido ser identificados anatómica y taxonómicamente (Blasco y Castaños en Utrilla y Mazo 2014: 299-301).

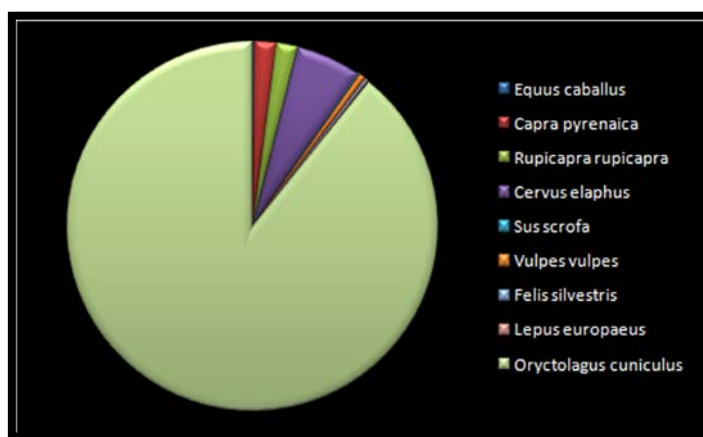


Fig. 259 – Especies representadas en el registro faunístico magdaleniense de Forcas I.

Para los niveles magdalenienses (11 a 15), pues en el 16 y 17 no se hallaron restos faunísticos, se han identificado hasta 9 especies distintas, siendo el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) la mayoritaria. La elevada presencia de restos de conejo podría ser el resultado de la caza y el consumo humano del mismo, pero los rasgos tafocénicos del abundante material presente en la muestra inclinan a los investigadores a pensar que la mayor parte de los restos de conejo no están en el abrigo como consecuencia de la caza y el consumo de esta especie por parte de los grupos humanos. Prueba de ello sería la ausencia de marcas de descuartizado y las fracturas, de origen actual, en los huesos largos. Además, se han observado varios casos de conexiones anatómicas entre huesos que difícilmente se conservarían tras el procesado y consumo del animal, sea por el grupo humano o por otro tipo de depredador. Por tanto, se ha concluido que es de suponer que el conjunto más abundante de huesos procede de poblaciones de conejo que han utilizado el suelo del abrigo para emplazar sus madrigueras (Blasco y Castaños en Utrilla y Mazo 2014: 301).

#### 8.1.4 Los elementos en materias duras animales del Magdaleniense

La industria ósea de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I es escasa. Los estudios de la industria ósea, llevados a cabo por P. Utrilla y C. Mazo, han permitido identificar fragmentos de 5 agujas de hueso de sección aplanada o circular, la más completa procedente del nivel 13d y otras dos de los niveles 14 y 15. Las restantes dos agujas fueron halladas en el revuelto, conservando una de ellas una perforación. Otras 7 piezas han sido clasificadas como fragmentos de varillas y azagayas: una azagaya corta de sección circular en el nivel 13 y un fragmento medial de azagaya de sección cuadrada en el nivel 13d. Al nivel 14 se adscriben un fragmento monobiselado de sección triangular, un fragmento de varilla de sección planoconvexa, una varilla o azagaya de sección rectangular y un fragmento distal de varilla de sección planoconvexa. En el nivel 16 ha sido identificado un fragmento distal de azagaya de sección aplanada. Un fragmento de espátula, quizá bramadera, de sección lenticular y con evidencias de termoalteración fue hallado en el nivel 14. El conjunto de industria ósea de los niveles magdalenienses de Forcas I lo completa un fragmento de hueso aguzado como punzón procedente del nivel 15. No obstante, también deben tenerse en cuenta los restos de una ulna natural, aunque quizá algo biselada, que pudo servir de



punzón y una diáfisis de hueso con huellas de ranurado que sirvió para la extracción de agujas (Utrilla y Mazo 2014: 237-239) (fig. 260).

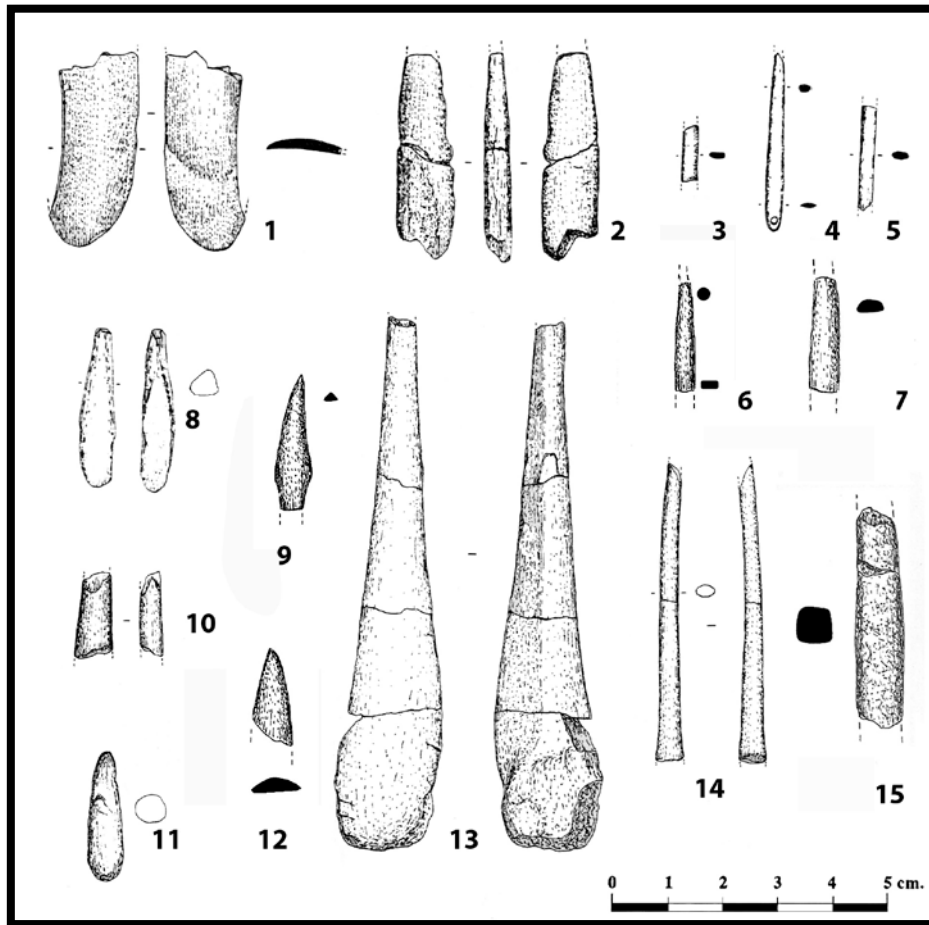


Fig. 260 – Industria ósea recuperada de los niveles magdalenienses de Forcas I. Fuente: Utrilla y Mazo 2014: 238.

### 8.1.5 La industria lítica del Magdaleniense: estudios tecnológicos

El estudio tecnológico y tipológico de los materiales líticos de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I ha sido elaborado por la Dra. P. Utrilla y los Dres. C. Mazo y R. Domingo. En conjunto, domina el lascado de pequeño tamaño (microlascas y microláminas, junto con lascas y láminas). La presencia de avivados, golpes de buril y núcleos denota una talla *in situ* a lo largo de todos los niveles (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 125).

En los niveles 11 y 12, adscritos al Magdaleniense final, se han identificado 38 tipos primarios, en los que se observa la presencia tanto de elementos de retoque simple (12

raspadores, 2 denticulados y 2 raederas) como de retoque abrupto (13 láminas de dorso, 1 lámina de dorso truncada y 1 punta de dorso). Completan el conjunto 5 buriles y 2 piezas *esquillés*. En lo referente al apartado tecnológico, en el nivel 11 se han documentado 4 núcleos, 2 golpes de buril, 7 avivados, 16 *chunks* y 378 lascas. El lascado del nivel 12 entrega sólo 75 efectivos, repartidos en grandes lascas, microlascas, láminas, laminitas y *chunks* (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 135).

El nivel 13 está compuesto por 2.666 restos, de los que 197 son elementos retocados (129 útiles en la parte superior y 68 en la inferior). Entre la parte superior y la inferior del nivel se observan variaciones en los tipos primarios representados. Así, en el segmento superior son abundantes los elementos de retoque abrupto (39 láminas de dorso, 3 perforadores, 3 puntas de dorso, 1 lámina de dorso truncada y 1 trapecio), y los de retoque simple (42 raspadores, de los que se podrían sumar hasta 14 raspadores nucleiformes y 4 denticulados) seguidos de los buriles, que suman 35 ejemplares, de los que 12 pueden ser considerados buriles nucleiformes. También se ha identificado un raspador-buril. En la parte inferior del nivel 13 han sido determinados 68 tipos primarios. En este caso se observa una diferencia respecto al conjunto anterior, pues predominan los buriles (38 ejemplares, de los que 5 se consideran buriles nucleiformes), los elementos de retoque abrupto (19 láminas de dorso, 6 perforadores, 1 trapecio y 1 truncadura) y finalmente los elementos de retoque simple (1 raspador nucleiforme y 2 raederas) (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 139-144).

El nivel 14 presenta el mayor número de efectivos retocados de toda la secuencia, sumando 219 útiles. Por grupos tipológicos, observamos el predominio de los buriles (81 ejemplares, de los que 17 son buriles nucleiformes), seguido de los elementos de retoque abrupto (76 láminas de dorso, 8 perforadores, 4 puntas de dorso, 1 truncadura, 1 lámina de dorso truncada y 1 triángulo) y los elementos de retoque simple (43 raspadores, de los que 18 son raspadores nucleiformes, 3 raederas y 1 denticulado) (fig. 261). El lascado comporta 1.467 efectivos donde dominan los tipos pequeños (425 laminitas y 251 microlascas) con un fuerte componente microlaminar, que concuerda con los 36 núcleos de laminitas hallados en el nivel. Los avivados aparecen representados en 69 efectivos y los golpes de buril en 31 (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 144-145).

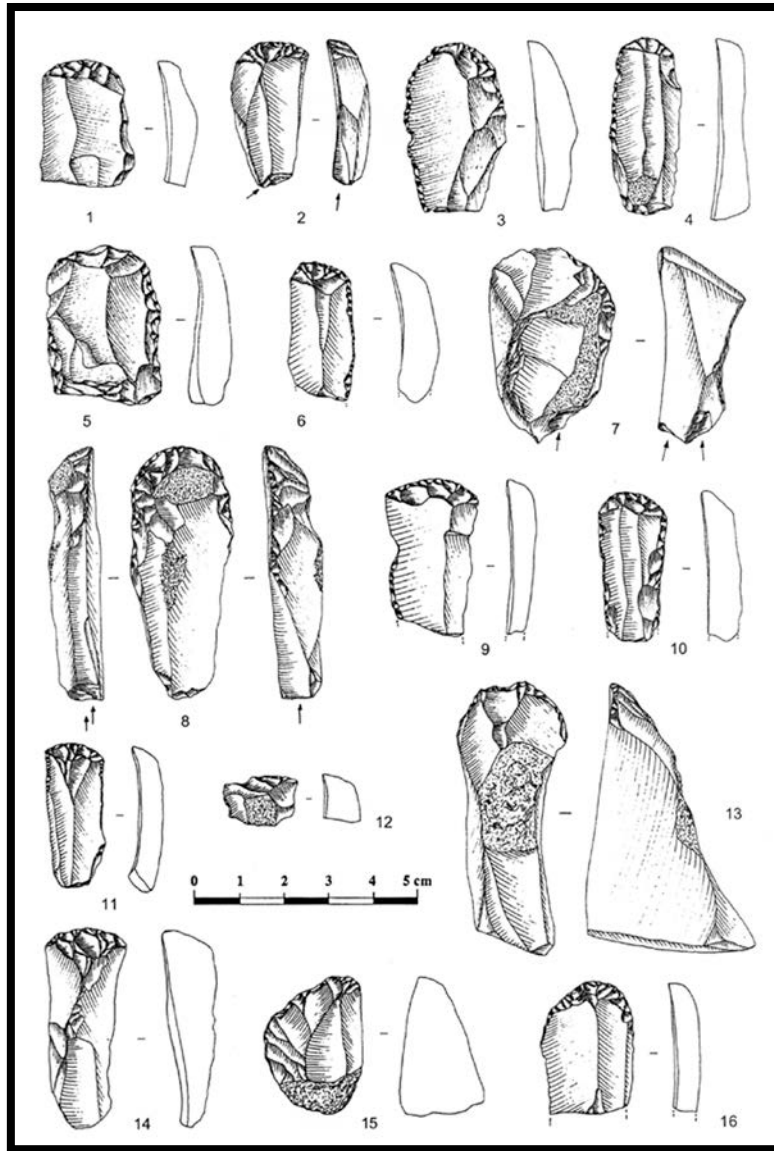


Fig. 261 – Raspadores del nivel 14. Fuente: Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 152.

El nivel 15, adscrito al Magdaleniense inferior de tipo cantábrico, presenta 204 elementos retocados, de los que 38 son tipos nucleiformes que han sido considerados núcleos prismáticos o piramidales de laminitas (fig. 262). Los elementos de dorso son muy abundantes, sumando 101 ejemplares (fig. 263). Muchos de ellos presentan retoque semiabrupto marginal, detalle también constatado en otros conjuntos del Magdaleniense inferior de tipo cantábrico. El lascado del nivel 15 entrega 1.494 efectivos, que se dividen en: 181 lascas, 448 microlascas, 170 láminas, 517 microláminas, 21 *chunks*, 91 avivados y 64 golpes de buril. El elevado número de golpes de buril hace pensar que éstos se tallaron *in situ* (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 158-162).

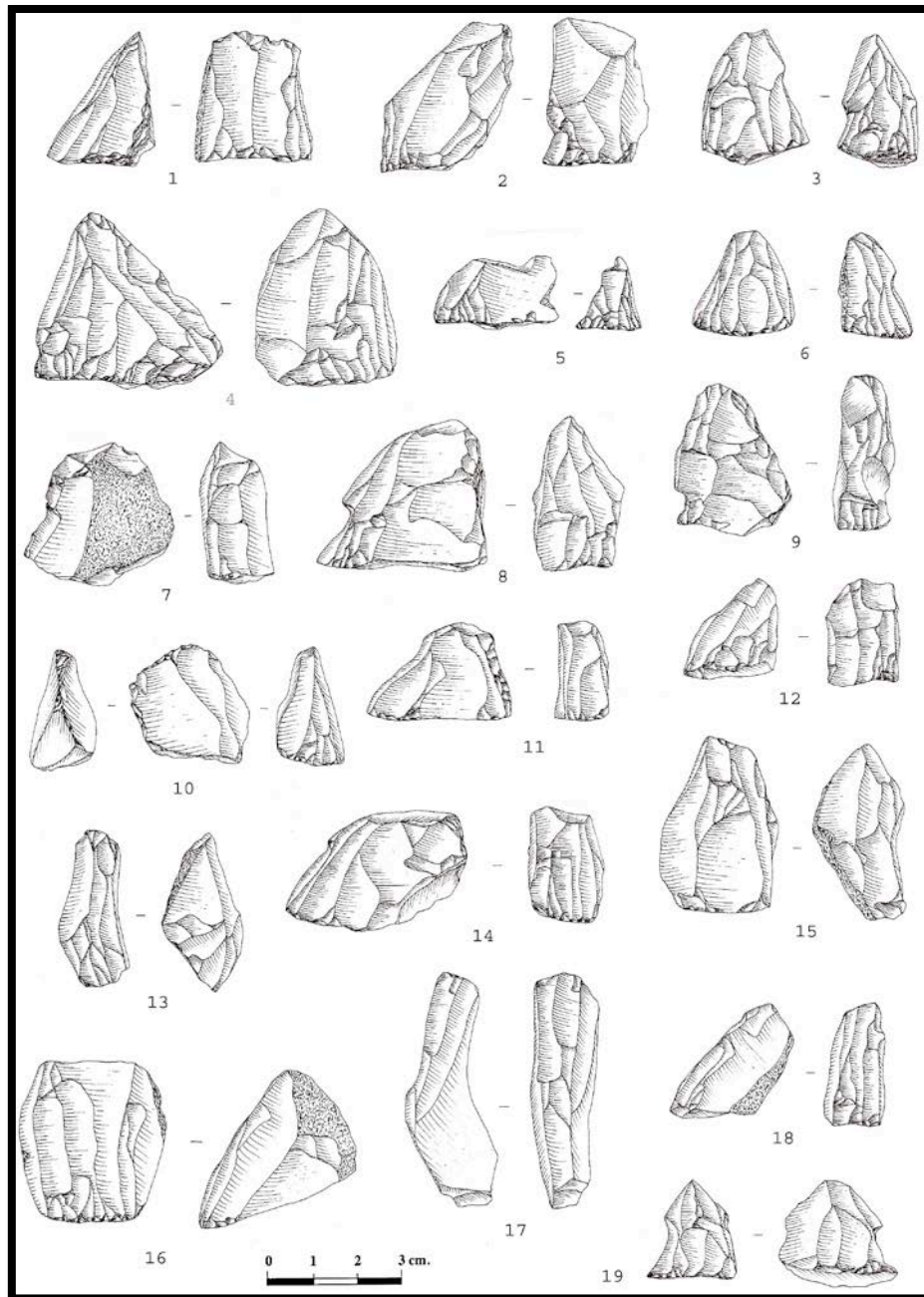


Fig. 262 – Núcleos de laminitas del nivel 15. Fuente: Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 168.

Por último, el nivel 16, que aparece en la parte más baja de la zona excavada, presenta escasos materiales (fundamentalmente dorsos de pequeño tamaño) que bien podrían pertenecer a una intrusión procedente del nivel 15. Se trata de sólo 18 piezas retocadas: 2 raspadores, 1 buril diedro, 1 buril de ángulo, 2 láminas de borde abatido total, una escotadura, 6 hojitas de dorso, 2 *microgravettes* y una hojita de dorso denticulada. A ellas se añaden 2 piezas nucleiformes. El lascado entrega 203 efectivos: 34 lascas, 54 microlascas, 41 láminas, 46 laminitas, 1 *chunk*, 17 avivados y 10 golpes de buril (Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 169).

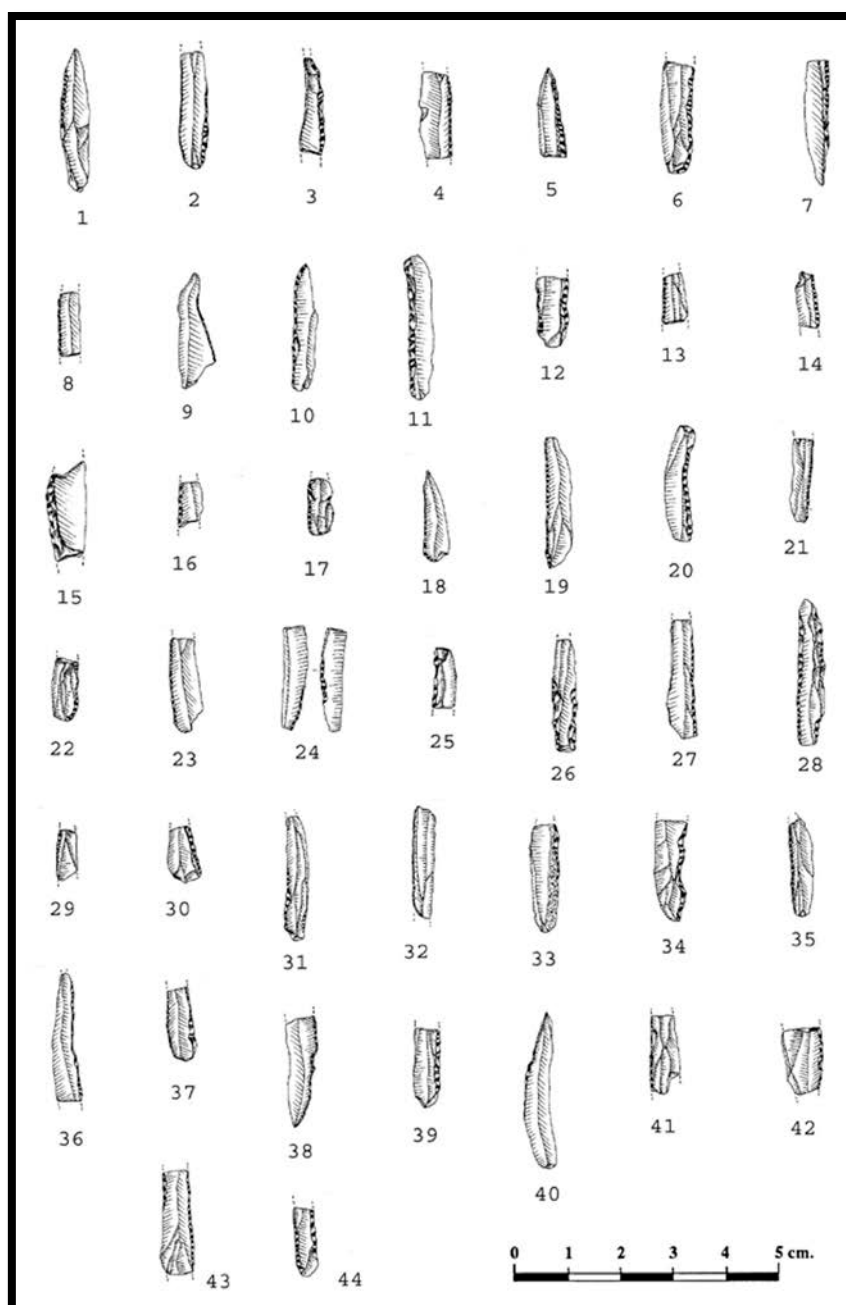


Fig. 263 – Elementos de dorso del nivel 15. Fuente: Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 165.

## 8.2 La industria lítica de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I. Tipos de sílex y aprovisionamiento

### 8.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

Para el presente estudio hemos realizado un análisis arqueopetroológico de una selección de materiales de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I. Nuestra voluntad ha sido observar la continuidad y/o cambios en los comportamientos de explotación de

materias primas a lo largo del Magdalenense por los grupos humanos que se asentaron en el yacimiento y poder así correlacionar los resultados con otros yacimientos analizados en esta tesis doctoral.

Para poder estudiar los materiales nos desplazamos a los laboratorios de la Universidad de Zaragoza en su sede en Huesca, donde fue posible estudiar macroscópicamente la práctica totalidad de la industria retocada (a excepción de una serie de piezas que se hallan expuestas en las vitrinas de la sala de Prehistoria del Museo de Huesca), sumando una cantidad de 633 tipos primarios según la Tipología Laplace. Además, estudiamos una parte del material no retocado, con 1.301 piezas analizadas, lo que supone entre un 20 y 40% del total de la industria no retocada en función del nivel arqueológico.

El sílex constituye la principal litología del conjunto estudiado, sumando 1.958 ejemplares, lo que constituye un 97,5% del total. El restante 2,5% lo completan otras litologías explotadas por los grupos magdalenenses. Numéricamente, la primera de ellas es la lidita, que suma 25 ejemplares. Las superficies externas conservadas muestran un marcado rodamiento que podría ponerse en relación con una posible adquisición de gujarros en el río (fig. 264). Estas liditas, posiblemente procedentes de las formaciones del Silúrico que afloran a lo largo de la Cordillera Pirenaica, podrían haber sido desplazadas de las formaciones de origen hasta las proximidades del yacimiento, siguiendo el cauce del río Ésera o del Isábena hasta las cercanías del asentamiento, donde podrían haber sido recolectadas por los pobladores de Forcas I.

Además de la lidita, también fue explotada otra variedad silíceo, el jaspe. Únicamente se ha conservado una pieza y debido a las reducidas dimensiones del mismo, pues se trata de una laminilla, no podemos precisar más en las estrategias de adquisición empleadas para esta litología. Por su rareza, probablemente se trate de un elemento de intercambio.

Los restantes elementos que configuran el gran grupo de otras litologías explotadas además del sílex lo completan 17 piezas en cuarcita y 8 en caliza, que pudieron haber sido recolectadas en las inmediaciones del yacimiento, bien en los conglomerados que configuran el mismo, bien en las terrazas de los ríos Ésera o Isábena, según se observa en el rodamiento elevado que presentan las superficies corticales conservadas en algunas piezas.



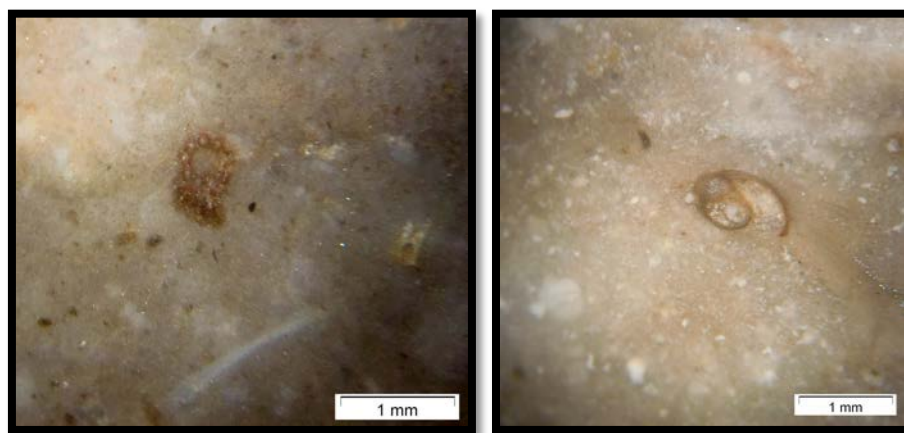
**Fig. 264** – Lasca en lidita con superficie externa con rodamiento procedente del nivel 11 de Forcas I.

El estudio macroscópico a la lupa binocular de la totalidad del material ha permitido discernir cuatro tipos de sílex distintos, no pudiendo adscribir a ninguno de estos litotipos 83 elementos (4%), que constituyen el variopinto grupo de los indeterminados. A continuación describimos las características que presentan estos cuatro litotipos identificados, así como las posibles áreas de captación de materia prima susceptibles de haber sido utilizadas. No obstante, debido a que en el conjunto estudiado se adscriben tipos primarios y piezas no retocadas pertenecientes a distintos niveles magdalenienses (11 a 16), trataremos posteriormente el análisis por niveles de cada tipo de sílex.

#### 8.2.1.1 Litotipo 1

De la totalidad del conjunto estudiado, incluyendo tipos primarios y piezas no retocadas de todos los niveles magdalenienses estudiados (total: 2.009), hasta 1.147 piezas se han adscrito a lo que se ha denominado litotipo 1, lo que corresponde un 57% del conjunto. Se trata de un sílex de grano fino y superficie lisa cuya aptitud a la talla es generalmente alta. La coloración oscila en la escala de los marrones y su distribución es lisa, moteada o incluso bandeada, en este último caso como resultado de la presencia de Anillos de Liesegang. A la lupa binocular presentan una textura de tipo *wackestone* o *packstone* con inclusiones de óxidos metálicos y relictos carbonatados. En algunas ocasiones se observa lo que podría ser materia orgánica. El contenido micropaleontológico está representado por secciones y oogonios de algas carofitas (fig. 265) y, en menor medida, de gasterópodos lacustres (fig. 266). Se trata, por tanto, de un sílex originado en una facies sedimentaria continental lacustre. Dentro de este litotipo hemos diferenciado

algunas piezas que poseen una coloración más rojiza debido a la abundancia de óxidos metálicos, sumando 24 ejemplares (2% de los sílex adscritos al litotipo 1).



**Figs. 265 y 266** – Vista a la lupa binocular de una sección de alga carofita (izq.) y de un gasterópodo lacustre (dcha.).

Los sílex caracterizados como pertenecientes al litotipo 1 presentan paralelos con diversas formaciones geológicas del entorno en el que se ubica el yacimiento (fig. 267). Por un lado, a escala macroscópica la Formación Castelltallat (Rupeliense) es la que presenta los paralelos más evidentes. Esta formación aflora ampliamente en la Serra Llarga, a 50 km al sureste del yacimiento, pero se conocen afloramientos en puntos más próximos, situándose el más cercano a Forcas I a tan sólo 30 km al suroeste (afloramiento de Peraltilla).

La variedad diferenciada dentro de este litotipo que agrupa a los sílex con coloración más rojiza posee más paralelos a la lupa binocular con los sílex de la facies lacustre de la Formación Trep (Maastrichtiense), que afloran a lo largo de la Sierra de la Carrodilla, hallándose el afloramiento más cercano de Forcas I a unos 20 km al sur.

Si bien estas dos formaciones son las que poseen mayores paralelos con los sílex arqueológicos adscritos al litotipo 1, además de ser las ubicadas en un radio más próximo al asentamiento, no debemos olvidar que estamos en una escala de observación macroscópica y ante un tipo de sílex que suele presentar una convergencia de facies silíceas a lo largo de distintas formaciones que afloran en la Cuenca del Ebro. Es por ese motivo que deberíamos tener en cuenta también los sílex del Oligoceno que afloran en las localidades de Tartareu y Alberola, a algo más de 45 km de Forcas I, pues pese a que a escala macroscópica no son idénticos a los sílex del litotipo 1, poseen una textura similar. También debemos tener presentes los sílex del Mioceno, que afloran en calizas



lacustres en las proximidades de Fraga y Mequinenza, a unos 80 km al sur del yacimiento. Únicamente el empleo de técnicas de análisis geoquímicas sobre distintas muestras geológicas y arqueológicas puede ayudar a solventar el problema existente para los sílex lacustres.

No obstante, teniendo en cuenta que las dos formaciones que presentan mayores paralelos con los sílex del litotipo 1 poseen afloramientos con sílex en un radio relativamente próximo al yacimiento, debemos considerar el aprovisionamiento para este litotipo como regional.

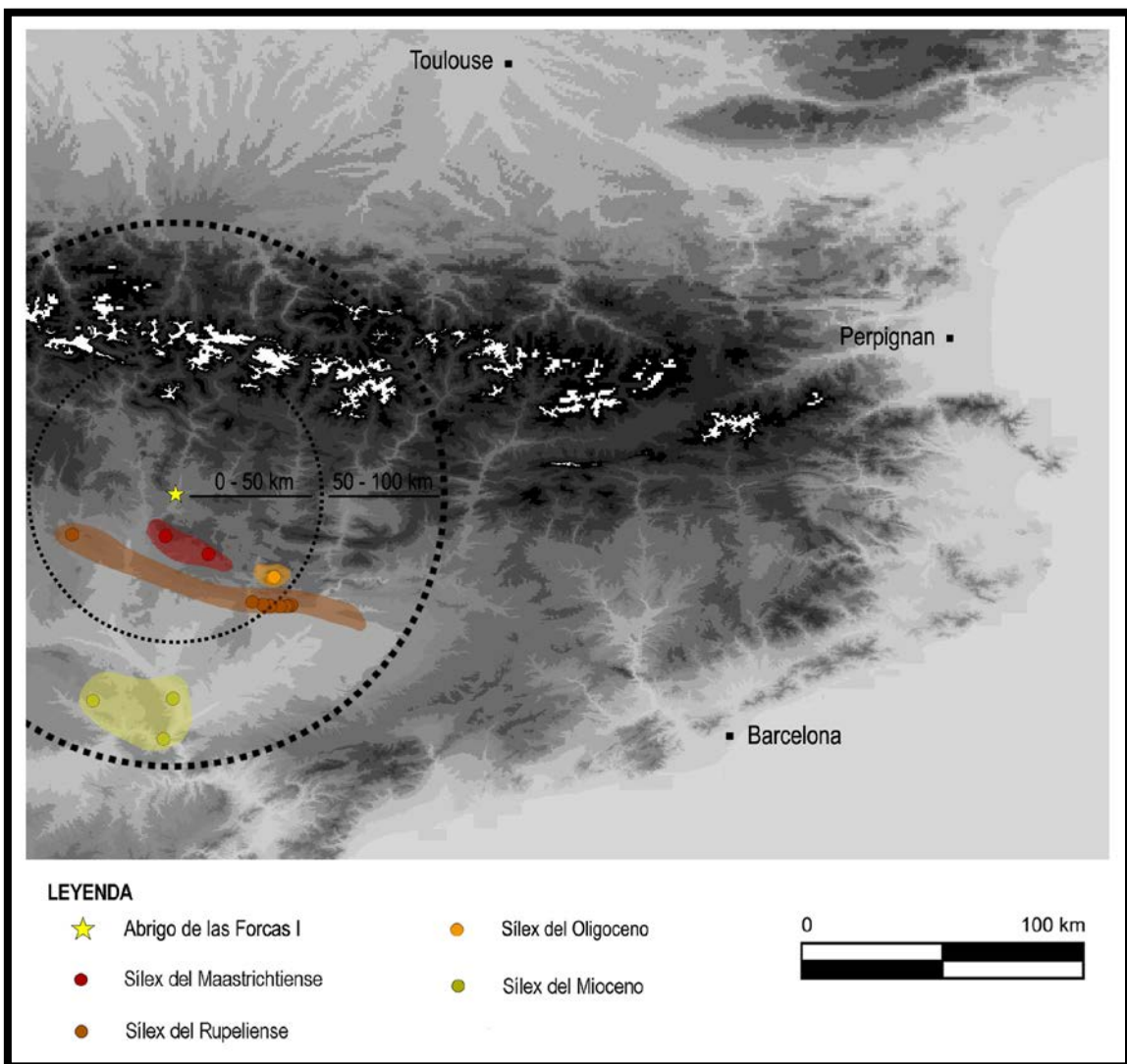
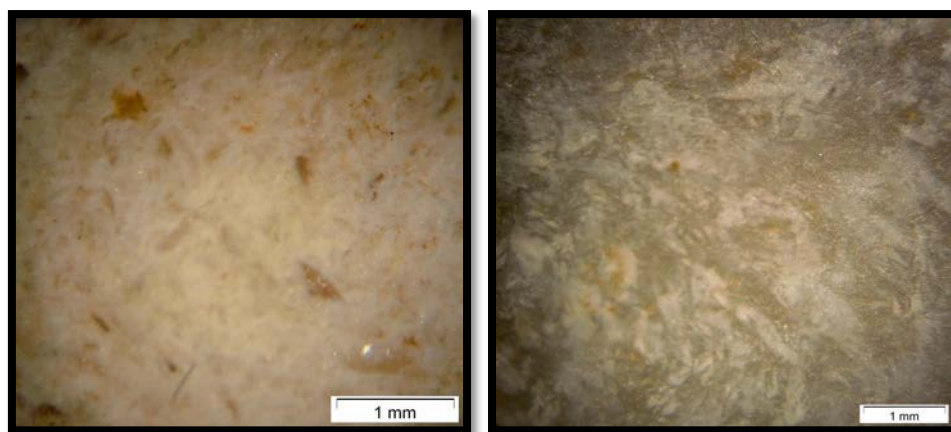


Fig. 267 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Forcas I.

## 8.2.1.2 Litotipo 2

Hasta 574 elementos analizados (29% del total) han sido adscritos a lo que se ha denominado litotipo 2. Se trata de un sílex de grano variable entre fino y grueso, con superficies oscilantes entre lisas y rugosas y una aptitud a la talla que, en función de la muestra, varía entre alta y baja. De coloraciones claras en la escala de los grises, estos sílex poseen una textura de tipo *mudstone*, en ocasiones totalmente azoica, pero a menudo con inclusiones de óxidos metálicos y, en determinadas ocasiones, de pseudomorfos lenticulares de yeso (figs. 268 y 269). En ningún caso se ha observado contenido bioclástico. Por las características que presentan se han definido como sílex procedentes de una facies sedimentaria continental lacustre evaporítica.



**Figs. 268 y 269** – Vista a la lupa binocular de pseudomorfos lenticulares de yeso en dos sílex del litotipo 2.

El sílex adscrito al litotipo 2 presenta unas características que permiten establecer una relación directa, al menos según las correspondencias a escala macroscópica, con las silicificaciones en facies sedimentarias evaporíticas del Garumniense de la Formación Tresp, que aflora a lo largo de las primeras estribaciones prepirenaicas. Se han detectado diversos puntos de afloramiento de sílex a lo largo de la Sierra del Montsec y su extensión al oeste, la Sierra de la Carrodilla, siendo el más próximo al yacimiento de Forcas I un afloramiento localizado en las proximidades de Alins del Monte. En este depósito, en el que el sílex es muy abundante, también fueron hallados abundantes restos de talla lítica, evidenciando la posible existencia de un taller (Sánchez y Mangado en Montes y Domingo 2013). Este afloramiento se halla a 19 km en línea recta al sur de Forcas I, pudiendo establecer para este litotipo un aprovisionamiento que podríamos considerar local (fig. 270).

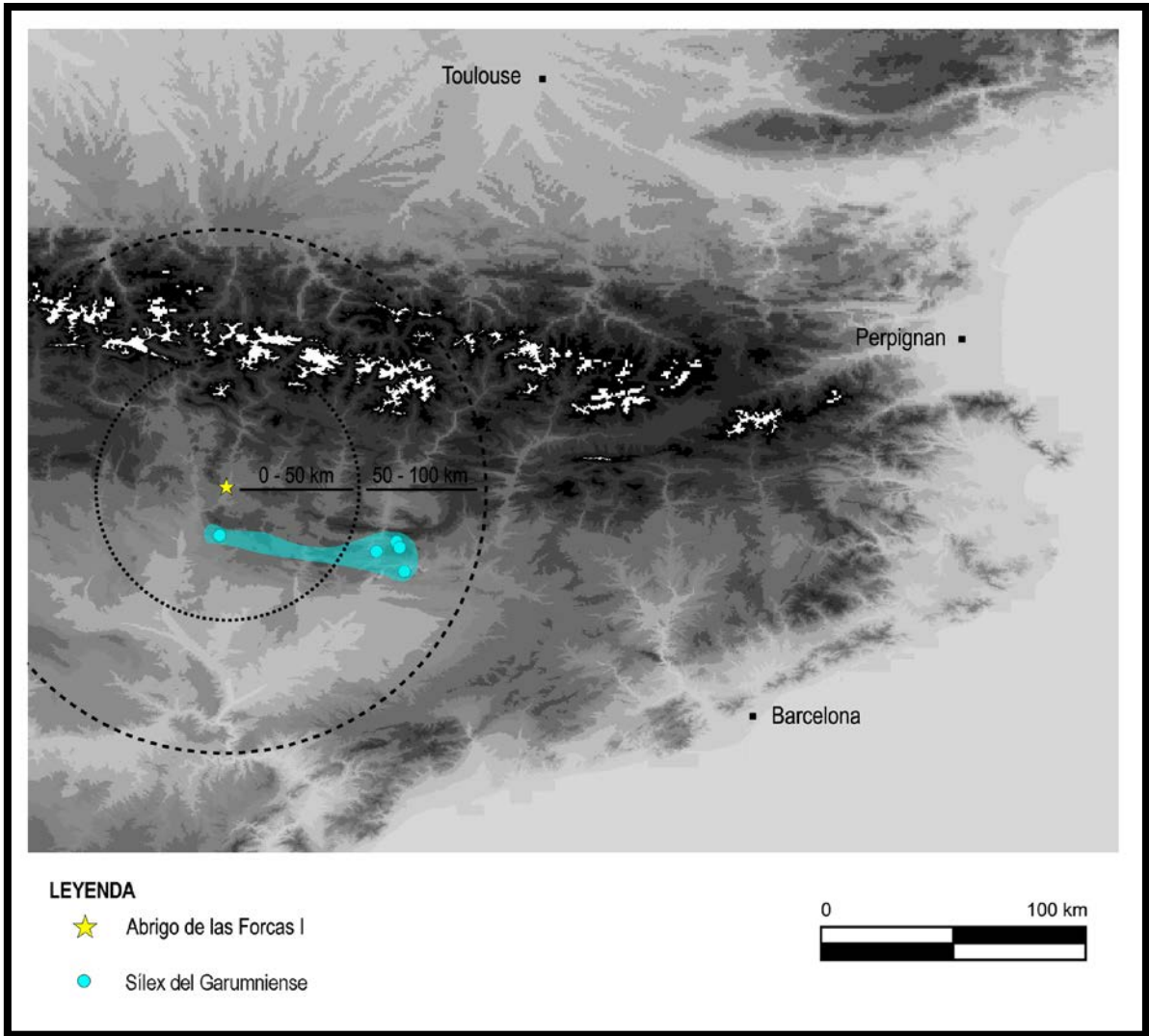
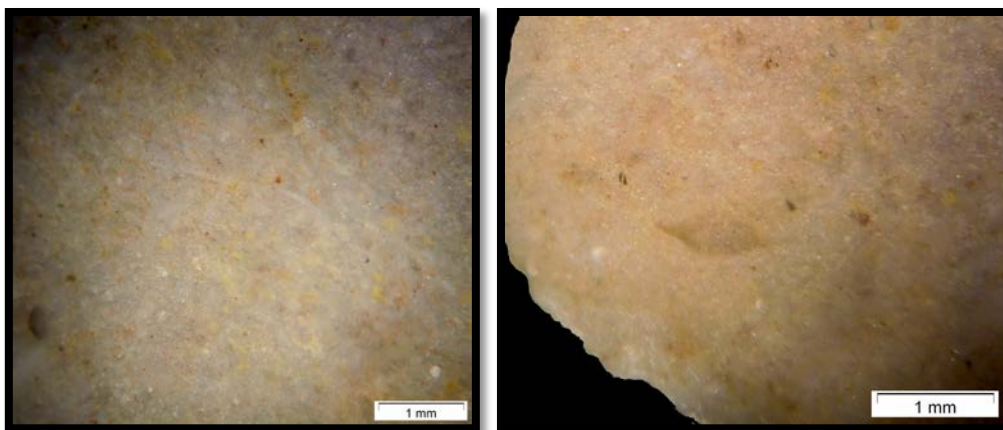


Fig. 270 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Forcas I.

### 8.2.1.3 Litotipo 3

Un total de 33 elementos líticos (2% del conjunto estudiado) componen lo que se ha denominado litotipo 3. Se trata de un sílex con una distribución del color moteada y aptitud a la talla alta, pues posee grano fino y superficie lisa. A la lupa binocular presentan una textura de tipo entre *wackestone* y *packstone* con abundantes inclusiones de óxidos metálicos y cristales de cuarzo detrítico. El contenido micropaleontológico está compuesto por abundantes secciones de espículas de esponja síliceas (fig. 271) y otros bioclastos cuya determinación a escala macroscópica no ha sido posible. En un único caso se ha podido determinar lo que pudiera ser una sección de *Siderolites* (fig. 272). Por el contenido bioclástico se ha definido este litotipo como procedente de una facies sedimentaria marina.



**Figs. 271 y 272** – Vista a la lupa binocular de la textura del litotipo 3 (izq.) y de un posible *Siderolites* (dcha.).

Los sílex adscritos al litotipo 3 presentan paralelos con dos formaciones del Cretácico superior que afloran en la vertiente norte del Pirineo central. Se trata de los sílex del Flysch de Hibarette – Montgaillard, datados del Campaniense-Maastrichtiense, y los sílex del Maastrichtiense que afloran en las calizas Nankin en la localidad de Montsaunès (fig. 273). Se trata de dos silicificaciones con características comunes (abundancia de óxidos metálicos, cristales de cuarzo detrítico y espículas silíceas de esponja), siendo la única diferencia la existencia de macroforaminíferos, que únicamente ha sido atestiguada en los sílex del Maastrichtiense de Montsaunès (presencia de *Lepidorbitoides*, *Siderolites* y *Orbitoides*, entre otros). La mayor parte de los sílex adscritos al litotipo 3 presentan los caracteres comunes de ambas formaciones y en tan sólo una pieza se ha podido determinar la sección de un posible *Siderolites*. Al contar sólo por el momento con la escala de observación macroscópica, actualmente no podemos precisar si únicamente se explotaron los sílex del Maastrichtiense de Montsaunès o si, por el contrario, fueron utilizadas ambas formaciones. Es por ese motivo que hemos decidido marcar las dos como formaciones susceptibles de haber sido explotadas por los grupos de Forcas I. En todo caso, estaríamos ante un sílex exógeno cuyas fuentes de aprovisionamiento se sitúan al otro lado de la Cordillera Pirenaica, a más de 110 km de distancia hacia el nordeste (Montsaunès) o noroeste (Montgaillard), siendo por tanto un testimonio más del contacto entre ambas vertientes pirenaicas.

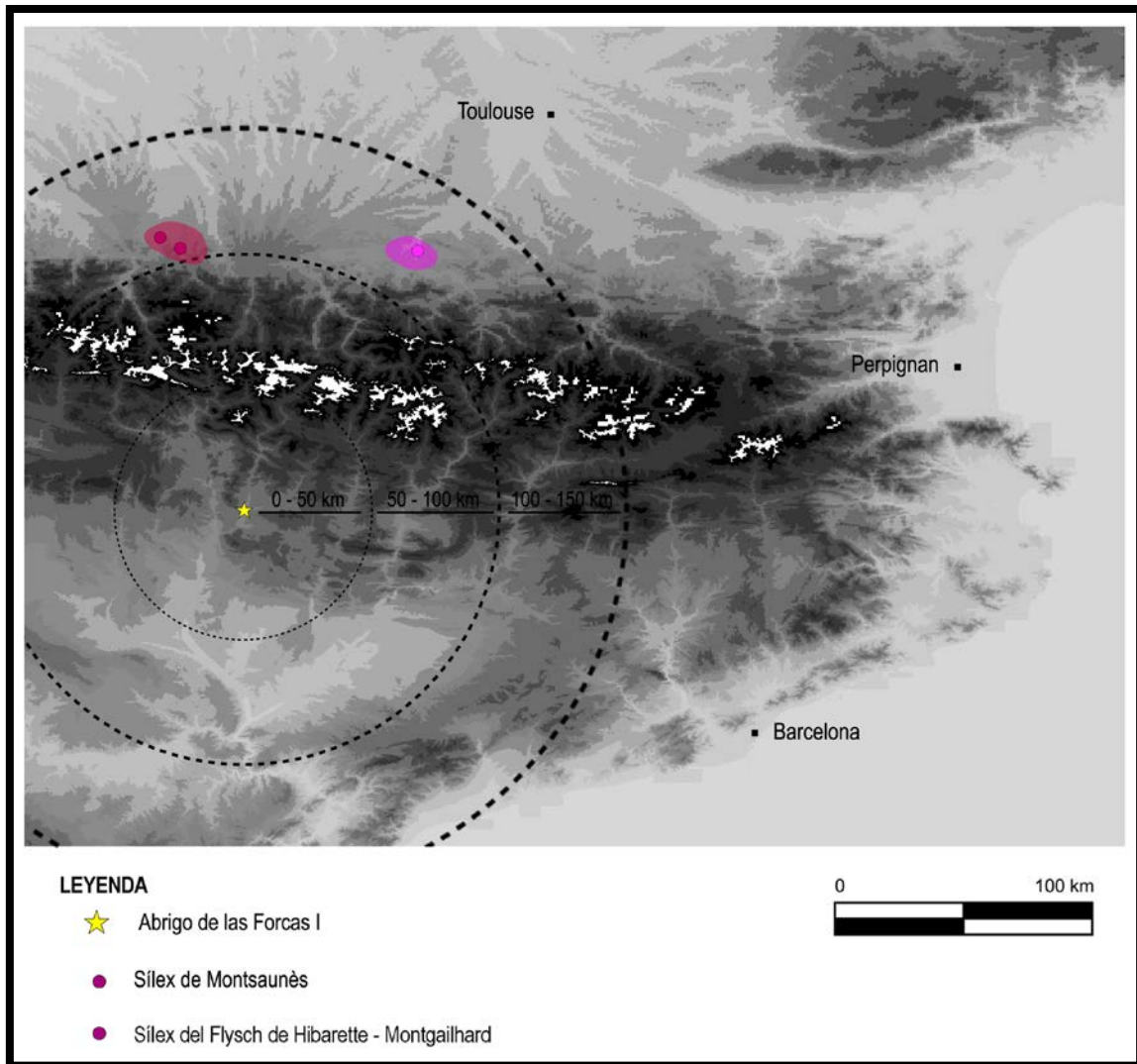
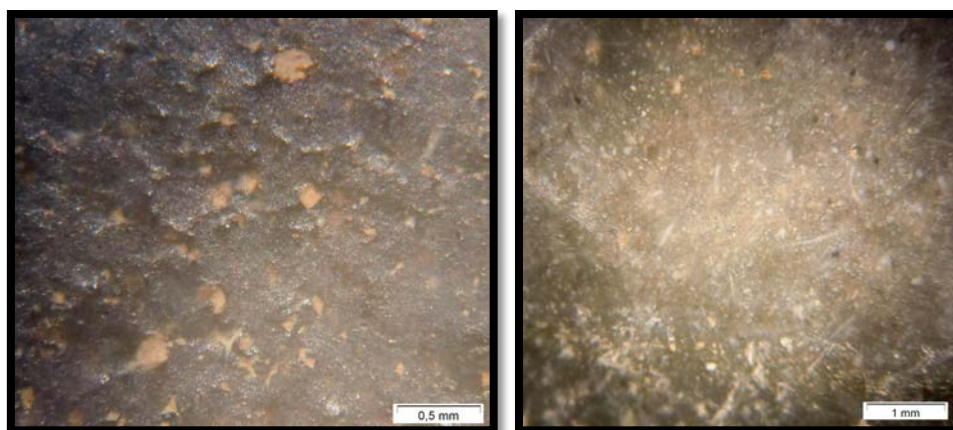


Fig. 273 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Forcas I.

#### 8.2.1.4 Litotipo 4

Hasta 121 elementos, lo que supone un 6% del conjunto estudiado, han sido adscritos al litotipo 4. Se trata de sílex de coloraciones oscuras y distribución del color generalmente moteada, con grano fino o muy fino y superficie lisa, siendo la aptitud a la talla entre alta y muy alta. A la lupa binocular estos sílex presentan una textura de tipo *packstone* con inclusiones de óxidos metálicos, cristales romboédricos de calcita o dolomita -algunos en proceso de disolución- (fig. 274), cristales de cuarzo detrítico y posible materia orgánica. El contenido micropaleontológico está compuesto por abundantes secciones de espículas de esponja (fig. 275), elementos que hemos definido como posibles calciesferas y pequeños foraminíferos, fundamentalmente globigerínidos.



**Figs. 274 y 275** – Vista a la lupa binocular de cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y abundantes secciones de espícula de esponja (dcha.).

Los sílex adscritos al litotipo 4 presentan idénticas características a escala macroscópica con los sílex que afloran encajados en las calizas del Coniaciense de la Formación Agua-Salenz, en el valle del Llierp, al sur del macizo del Turbón, a unos 25 km al norte del yacimiento (fig. 276). En uno de los afloramientos localizados aparecieron restos de talla de lo que podría ser un antiguo taller. En la cuenca de Sopeira, a unos 36 km al nordeste de Forcas I afloran los sílex de la Formación Pardina, que es la extensión hacia el este de la Formación Agua-Salenz, con idénticas características, salvo con un mayor grado de fisuración, mermando la aptitud a la talla.

De haber sido utilizados los afloramientos al sur del Turbón, que son los más próximos localizados, podríamos establecer un aprovisionamiento regional para este litotipo. No obstante, debemos tener en cuenta que esta formación está atravesada en algunos puntos por los ríos Ésera e Isábena, que podrían haber arrastrado material hasta zonas más próximas al yacimiento. Una prospección en el lecho de estos ríos en las proximidades de Forcas I nos permitió constatar la nula evidencia de este litotipo en el curso actual de ambos ríos, pero es necesario recordar que la creación del pantano de Graus ha modificado sustancialmente el lecho de ambos. En caso de que los ríos pudieran haber aportado material, creemos que no lo hicieron en grandes cantidades, pues se trata de un litotipo de alta aptitud a la talla que no aparece en grandes cantidades en ninguno de los niveles magdalenienses estudiados.

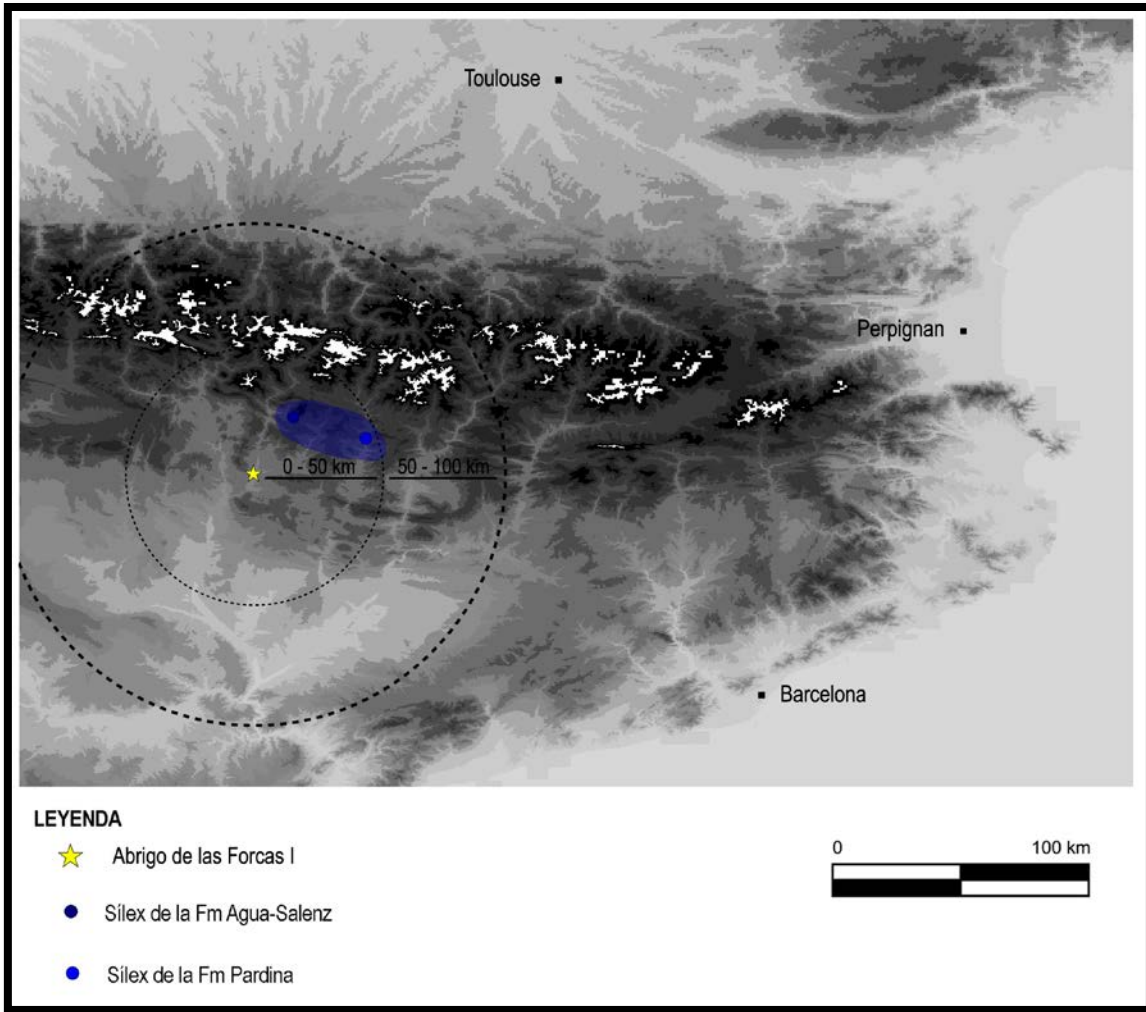


Fig. 276 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de Forcas I.

## 8.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica

### 8.2.2.1 Litotipos representados

En el apartado anterior han sido descritos los cuatro tipos de sílex identificados, así como las fuentes potenciales de abastecimiento. Sin embargo, al haber realizado un estudio arqueopetroológico de piezas retocadas y no retocadas pertenecientes a diferentes niveles arqueológicos, es necesario exponer los datos obtenidos por niveles para poder observar así la existencia o no de fluctuaciones a lo largo de la secuencia magdaleniense de Forcas I en lo referente a los litotipos explotados.

Se han estudiado un total de 98 piezas pertenecientes a los niveles 11 y 12, adscritos al Magdaleniense superior final. De éstas, 28 son tipos primarios según la Tipología Laplace, y los restantes 70 elementos forman parte del conjunto de restos de talla. En

estos niveles del Magdalenense superior final (fig. 277) se observa el predominio de sílex del litotipo 1, tanto en lo referente a tipos primarios como a piezas no retocadas. Así, hasta un 64% del total de tipos primarios adscritos a este nivel cronocultural y un 56% de los restos de talla pertenecen a este tipo de sílex. Se trata de la silicificación más empleada por los grupos del Magdalenense superior final que se asentaron en Forcas I, y su alta presencia en el conjunto no retocado nos lleva a plantear la idea de que en el yacimiento se desarrollaron amplias fases de la cadena operativa lítica.

El segundo sílex más explotado en este momento cronocultural es el litotipo 2, sílex originados en una facies sedimentaria continental lacustre evaporítica y cuyos paralelos más próximos se encuentran en el Garumniense de la Formación Tresp, con afloramientos a menos de 20 km del yacimiento. Este litotipo representa el 25% de los tipos primarios estudiados (7 piezas) y hasta un 31% del conjunto no retocado analizado (22 elementos). Se trata de un sílex tallado *in situ*, como demuestra el amplio porcentaje de restos de talla.

El litotipo 3 está prácticamente ausente en los niveles del Magdalenense superior final, pues únicamente se ha determinado un elemento no retocado perteneciente a este litotipo. El hecho de tan sólo haber hallado una única pieza y además no tratarse de un tipo primario nos lleva a pensar que podría haberse producido una intrusión procedente de otro nivel.

Un 7% de los tipos primarios estudiados y un 3% del conjunto no retocado analizado se han determinado como litotipo 4. Se trata de tan sólo dos útiles y dos restos de talla. Por las escasas evidencias halladas, pensamos que podría tratarse, como en el caso anterior, de una intrusión procedente de otros niveles cronoculturales, o bien de una explotación muy puntual de una reducida cantidad de material que llega al yacimiento en las últimas fases de la cadena operativa lítica.

Así, parece ser que durante estos últimos momentos del Magdalenense se explotaron fundamentalmente dos tipos de sílex (litotipos 1 y 2), siendo mayoritario el sílex lacustre tanto en el conjunto retocado como en la selección de restos de talla. Este litotipo, cuyos afloramientos más próximos localizados se sitúan en un radio que podríamos considerar regional, fue más empleado que el sílex evaporítico, posiblemente debido a su mayor aptitud a la talla.



La escasa representatividad en el registro arqueológico de los litotipos 3 y 4 nos lleva a plantear la posibilidad que estemos ante piezas que han sufrido percolaciones desde otros niveles, teniendo en cuenta las condiciones de conservación del yacimiento que, recordemos, había sido destruido en un 90% antes del planteamiento de la excavación.

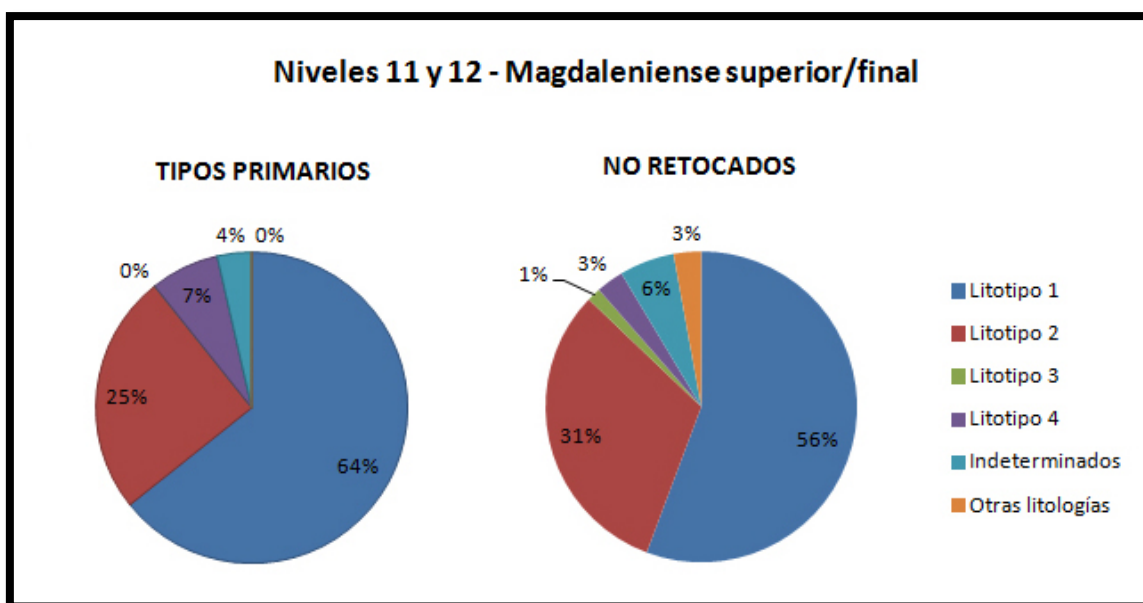


Fig. 277 – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 11 y 12.

Han sido estudiadas 1.088 piezas pertenecientes a los niveles 13 y 14, adscritos a un Magdaleniense superior. De éstas, 366 son tipos primarios según la Tipología Laplace y las restantes 722 son elementos no retocados, lo que supone aproximadamente un 20% del total del conjunto no retocado. En estas fases se detectan ligeros cambios con respecto a lo observado en los niveles 11 y 12 (fig. 278). Continúa el predominio de los sílex lacustres del litotipo 1, con un 54% de los tipos primarios estudiados (154 piezas) y un 55% del conjunto no retocado (399 elementos). Parecen no variar, por tanto, las estrategias de gestión de este litotipo en relación a los niveles del Magdaleniense superior final, pues sigue siendo un sílex altamente explotado y modificado, al menos en parte, *in situ*.

También presentan porcentajes similares los sílex del litotipo 2, con un 28% de los tipos primarios (104 útiles) y un 33% de la selección de material no retocado (237 elementos). Es el segundo tipo de sílex más empleado durante el Magdaleniense superior y, del mismo modo que en el periodo posterior (Magdaleniense superior final),

también se desarrollan *in situ* tareas relacionadas con los diversos estadios de la cadena operativa lítica.

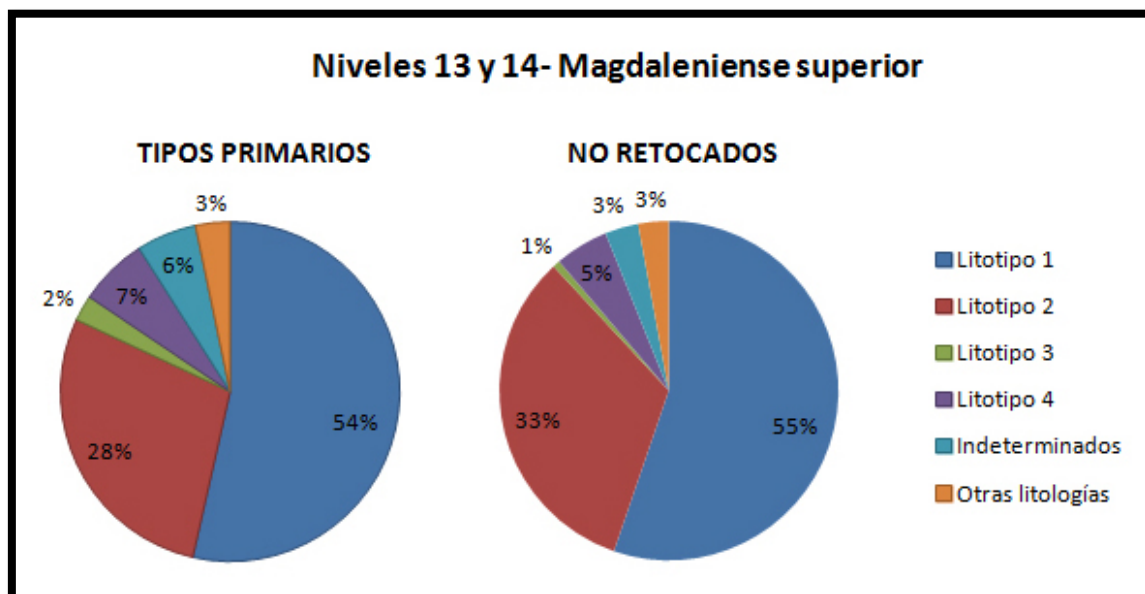


Fig. 278 – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 13 y 14.

Los ligeros cambios respecto a los niveles 11 y 12 se observan en los valores que presentan los litotipos 3 y 4. Mientras que en el Magdaleniense superior final hemos detectado la escasa representatividad de ambos litotipos, proponiendo incluso una posible intrusión de material, para los niveles 13 y 14 los litotipos 3 y 4 aparecen en porcentajes ligeramente superiores. Así, los sílex de tipo 3 representan un 2,5% de los tipos primarios (9 piezas) y tan sólo un 0,7% (5 elementos) del conjunto no retocado. Parece ser que se trataría de una aportación puntual al yacimiento, quizás de útiles sobre los que podrían realizarse algunas modificaciones en el yacimiento, como tareas de reparación de filos, por ejemplo.

En el caso de los sílex del litotipo 4 observamos un leve aumento en los porcentajes, con un 7% de los tipos primarios (24 piezas) y un 5% (37 elementos) del conjunto no retocado estudiado.

Así, durante el Magdaleniense superior siguen siendo mayoritarios los litotipos 1 y 2, observando la existencia de una talla *in situ*, si bien aparecen algo más representados los litotipos 3 y 4. El litotipo 4 podría ser resultado de una explotación algo más recurrente, pues aparece representado en distintas cotas de la secuencia estratigráfica de estos niveles, a pesar de que en muy bajas proporciones, habiéndose realizado en el

yacimiento algunas tareas de talla, eso sí, muy minoritarias. Para el litotipo 3, en cambio, proponemos la existencia de una aportación muy puntual, posiblemente resultado de un contacto o intercambio entre grupos, si tenemos en cuenta las fuentes potenciales propuestas, situadas a más de 100 km al norte del yacimiento, y que fundamentalmente se trata de tipos primarios.

Se han analizado 707 piezas pertenecientes a los niveles 15 y 16, vinculados al periodo cronocultural del Magdaleniense inferior. De éstas, 198 son tipos primarios según la Tipología Laplace, lo que configura un 38% aproximadamente de la totalidad de piezas retocadas de estos niveles, y las restantes 509 son restos de talla. En lo concerniente a los tipos de sílex explotados, se detecta la presencia de los cuatro litotipos, con porcentajes variables y algunas diferencias respecto a los otros niveles magdalenienses (fig. 279).

El litotipo 1 configura el 70% (139 piezas) de la totalidad de tipos primarios analizados y un 60% (307 elementos) del conjunto no retocado estudiado. De nuevo, se trata del tipo de sílex más explotado, incluso en porcentajes superiores a los observados para el Magdaleniense superior y el Magdaleniense superior final. La presencia de abundantes restos de talla es un reflejo de la explotación en el yacimiento, donde se llevaron a cabo diversos estadios de la cadena operativa lítica.

El segundo tipo de sílex más utilizado durante el Magdaleniense inferior es el litotipo 2, con porcentajes más reducidos a los observados en los otros periodos, siendo de un 18% de los tipos primarios (35 piezas) y de un 23% (119 elementos) de la selección de no retocados. Estos porcentajes nos llevan a plantear la idea de la existencia de una explotación reiterada, pese a que en menores cantidades que el litotipo 1, en la que buena parte de los estadios de la cadena operativa lítica se desarrollan en el yacimiento, siendo más elevados los porcentajes de restos de talla que de tipos primarios.

El litotipo 3 únicamente está representado por 2 tipos primarios (1%) y 14 piezas no retocadas (2,7% del conjunto). Estamos ante un sílex que aparece muy puntualmente en el registro arqueológico y sobre el que pudieron realizarse en el yacimiento los últimos estadios de la cadena operativa lítica (confección de útiles a partir de soportes configurados y/o reparación de filos...).

Los sílex adscritos al litotipo 4 suman un 7% de tipos primarios (13 piezas) y un 8% (40 elementos) del conjunto no retocado estudiado. Es el tercer litotipo más representado, aunque en proporciones escasas. Parece ser que estamos ante un sílex que llega al yacimiento recurrentemente, según ponen de manifiesto las profundidades en las que se localizaron, pero en proporciones reducidas.

De este modo, en los niveles adscritos al Magdaleniense inferior hemos observado un aumento del litotipo 1 y una ligera reducción del litotipo 2, respecto a lo presentado para las otras fases magdalenienses. Los bajos porcentajes del litotipo 4 podrían relacionarse con la explotación en un territorio menos frecuentado asiduamente y los sílex del litotipo 3 de nuevo parecen corresponderse con una aportación muy puntual, posiblemente fruto de un contacto entre grupos, dada la lejanía de las áreas de captación.

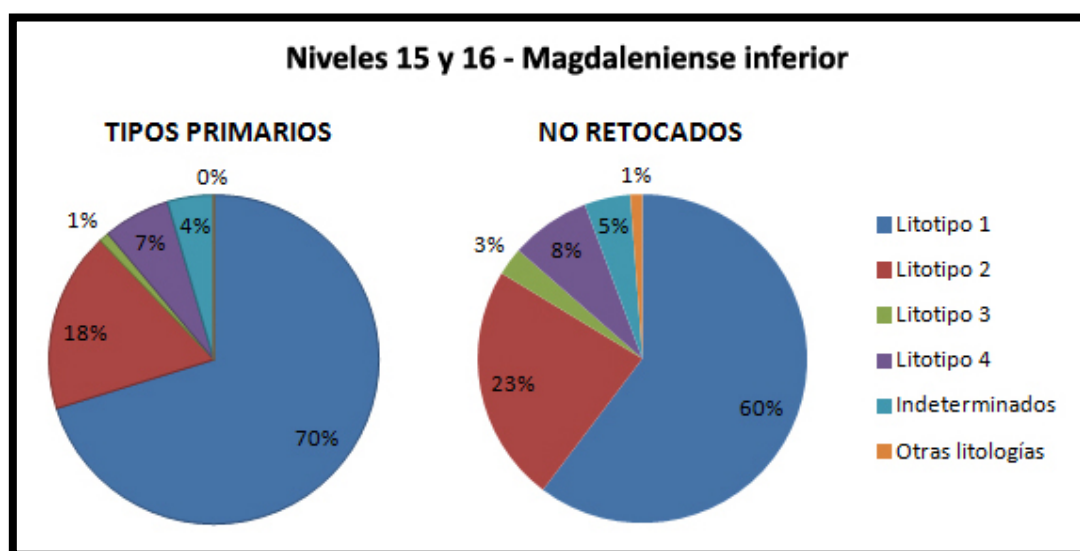


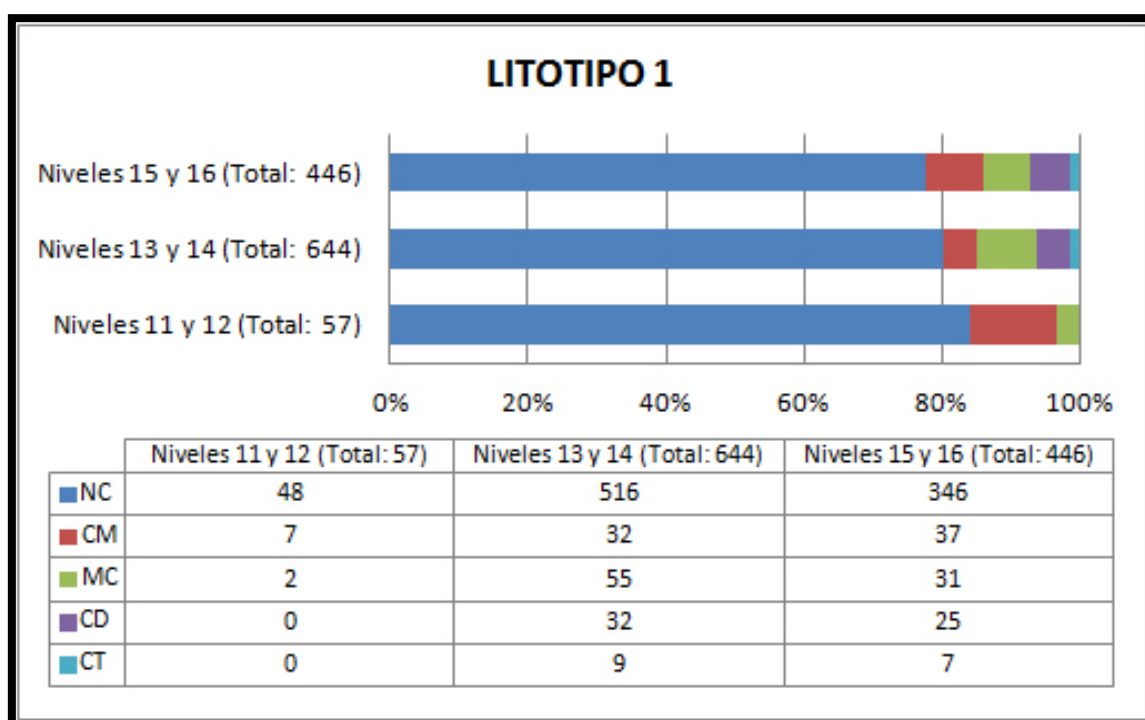
Fig. 279 – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 15 y 16.

#### 8.2.2.2 Presencia de córtex

En lo que concierne a la presencia de córtex, es interesante observar las variaciones existentes en función de los litotipos y del momento cronocultural. Presentamos a continuación los resultados de los porcentajes observados para cada tipo de sílex y las variaciones en función de los niveles arqueológicos.

Los sílex lacustres del litotipo 1 presentan elevados porcentajes de no corticalidad, variando entre un 78% para los niveles del Magdaleniense inferior y un 84% en el

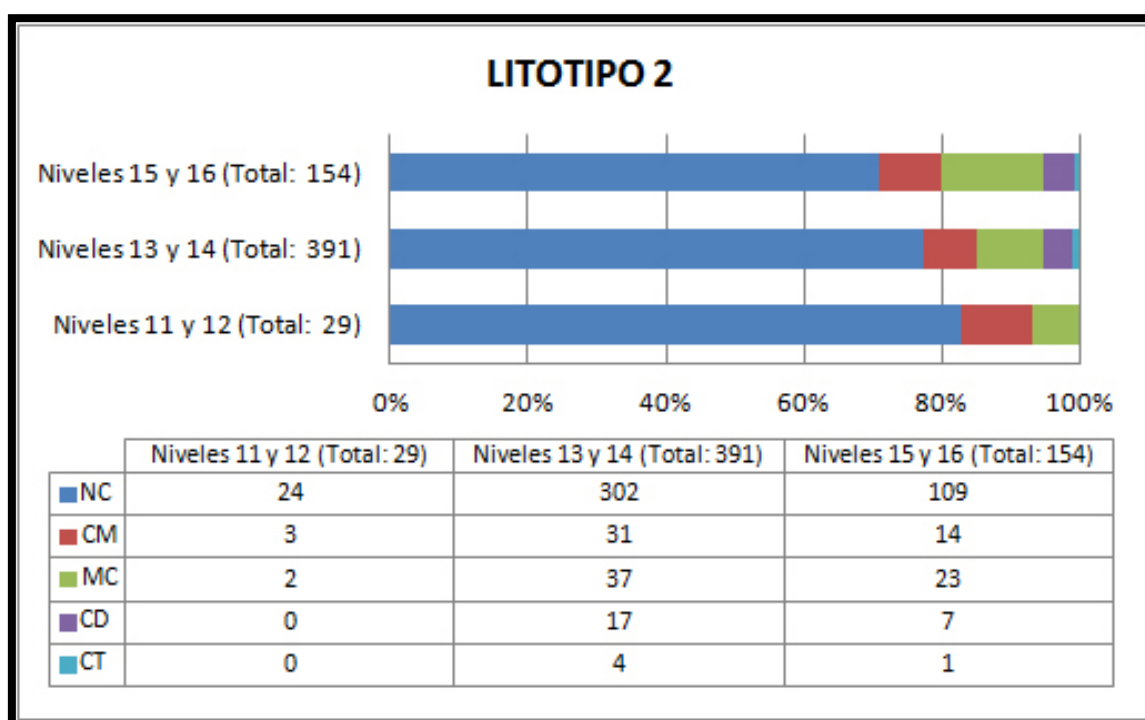
Magdaleniense superior final (fig. 280). El córtex, cuando aparece, es de litología caliza o margosa con escaso rodamiento y un contacto neto con la masa silíceo. En el Magdaleniense inferior destacan los córtex marginales (12%), seguidos de las piezas medianamente corticales (4%), los córtex dominantes (3%) y los córtex totales (3%). En cambio, en el Magdaleniense superior son más abundantes las piezas medianamente corticales (9%), seguidas de los córtex dominantes (5%), los córtex marginales (5%) y los córtex totales (2%). Por último, en el Magdaleniense superior final son mayoritarios los córtex marginales (12%), seguidos de las piezas medianamente corticales (4%) y no hallando córtex dominantes ni totales.



**Fig. 280** – Presencia de córtex en el litotipo 1 para la secuencia magdaleniense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

Así, observamos cómo a medida que avanzamos en el Magdaleniense disminuyen progresivamente los porcentajes corticales, posiblemente vinculado al uso de distintas estrategias de explotación y gestión de este tipo de sílex. Estos datos parecen indicarnos que durante el Magdaleniense superior final prácticamente la totalidad del desbastado del córtex se realiza fuera del yacimiento, mientras que en el Magdaleniense inferior una parte del desbastado parece realizarse *in situ*.

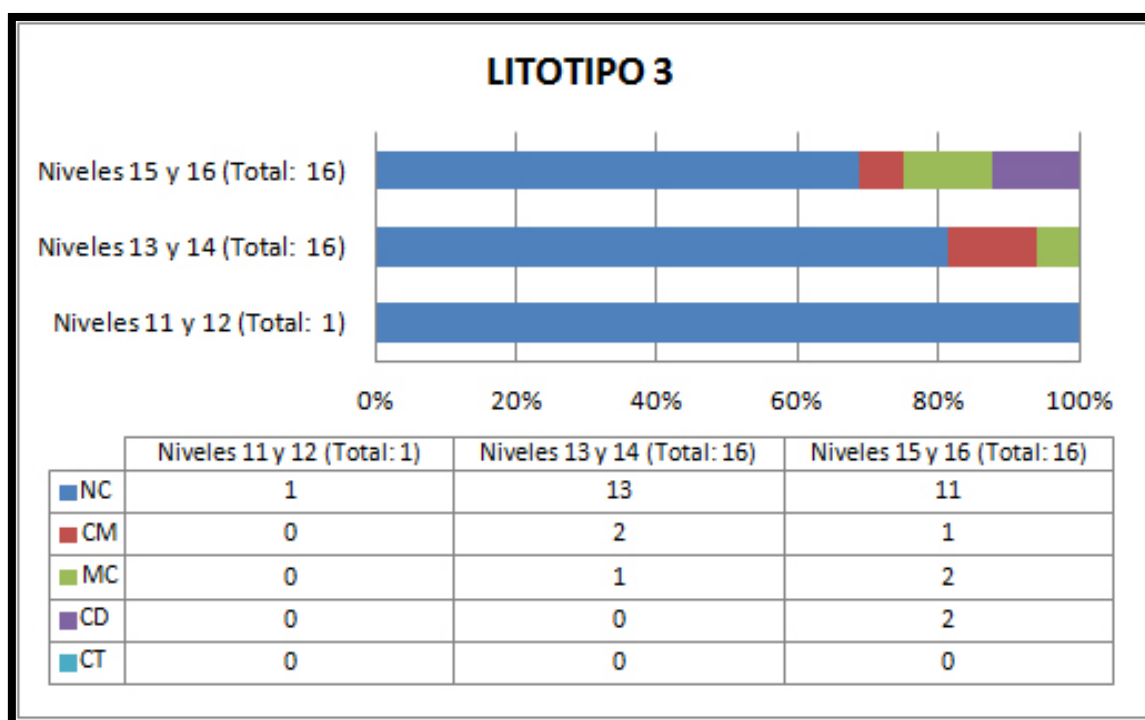
Los sílex evaporíticos del litotipo 2 poseen similares índices de corticalidad a los observados para el litotipo 1 (fig. 281). Las piezas no corticales oscilan entre el 73% para el Magdaleniense inferior y el 83% para el Magdaleniense superior final. Los porcentajes de corticalidad son similares en los tres momentos cronoculturales, predominando las piezas con córtex marginal o medio (córtex marginales entorno al 9-11% y córtex medio entre el 6 y 11%). Los córtex dominantes y totales están ausentes en los niveles del Magdaleniense superior final, siendo de un 4% de córtex dominante y 1% de córtex total para el Magdaleniense superior y de 3% de córtex dominante y 0,4% de córtex total para el Magdaleniense inferior.



**Fig. 281** – Presencia de córtex en el litotipo 2 para la secuencia magdaleniense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

De este modo, y como también se ha observado para el litotipo 1, se detecta una reducción de los porcentajes corticales a medida que avanzamos en el Magdaleniense, siendo una señal de las variaciones en las estrategias de gestión de las materias primas líticas. Como para el caso anterior, el proceso de desbastado del córtex parece darse prácticamente en su totalidad en el exterior del yacimiento durante el Magdaleniense superior final, mientras que durante el Magdaleniense inferior, sobre todo, se recuperan más piezas con córtex, evidencia quizás de un posible desbastado final en el yacimiento.

Los sílex del litotipo 3, escasamente representados en el registro arqueológico, presentan similares índices de corticalidad, con el predominio marcado de las piezas no corticales (entre el 84% y el 100%) (fig. 282). Los córtex totales están ausentes y los córtex dominantes aparecen únicamente en los niveles del Magdaleniense inferior (7%). Las piezas con córtex medios han sido identificadas en los niveles del Magdaleniense inferior y Magdaleniense superior con porcentajes similares (6 y 5% respectivamente). Los córtex marginales únicamente están presentes en los niveles del Magdaleniense superior (10%) y del Magdaleniense inferior (3%).

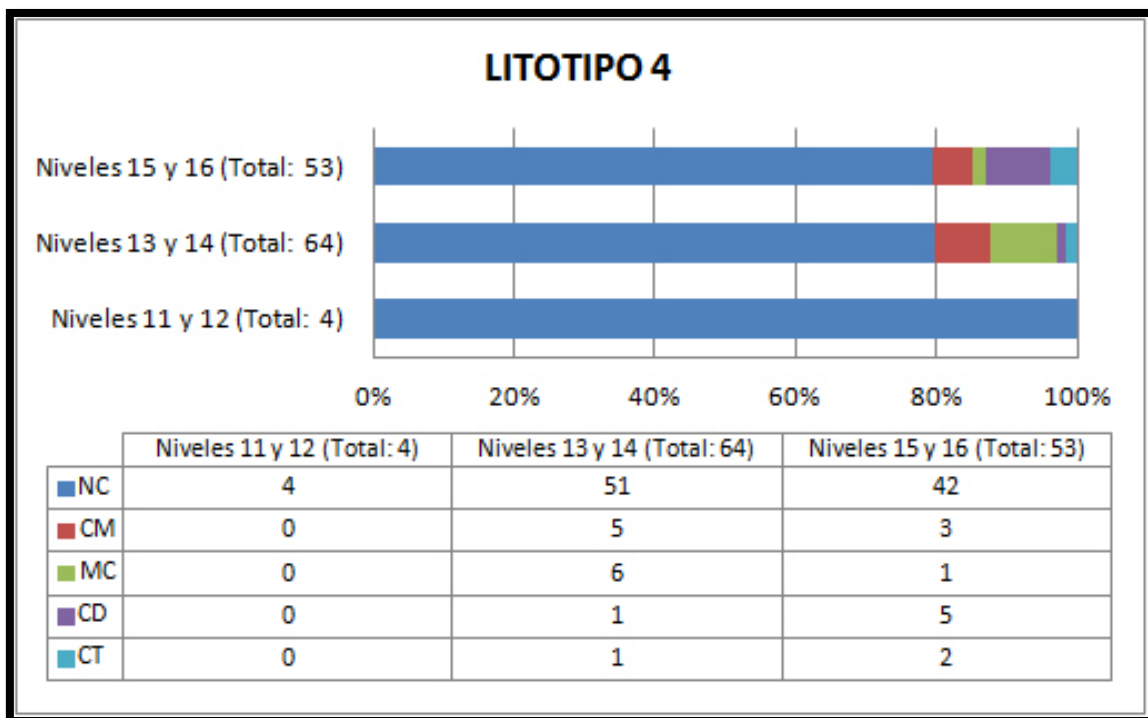


**Fig. 282** – Presencia de córtex en el litotipo 3 para la secuencia magdaleniense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

Los porcentajes presentados más arriba deben interpretarse desde el conocimiento de que estamos ante un litotipo escasamente representado en el registro arqueológico. Según lo observado, parece ser que estamos ante un sílex que llega fundamentalmente como soporte configurado y/o útil acabado donde el porcentaje cortical acostumbra a ser muy reducido en todos los niveles magdalenienses.

En los sílex del litotipo 4 parecen repetirse los patrones observados para el litotipo 3 (fig. 283). Se trata de un sílex que llega al yacimiento mayoritariamente sin córtex (82-100% según el nivel). Éste, cuando aparece, es de litología caliza y generalmente

presenta un escaso rodamiento, aunque se han identificado algunas piezas con córtex rodado. Los porcentajes corticales varían ampliamente según el nivel arqueológico. Así, en los niveles del Magdaleniense superior final no se ha identificado ninguna pieza con córtex. En los niveles del Magdaleniense superior son más abundantes los córtex medios (8%), seguidos de los córtex marginales (6%), los córtex totales (2%) y los córtex dominantes (1%). Para el Magdaleniense inferior predominan los córtex dominantes (5%), seguidos de los córtex marginales (3%) y finalmente los córtex totales (2%).



**Fig. 283** – Presencia de córtex en el litotipo 4 para la secuencia magdaleniense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

Los sílex del litotipo 4, por tanto, llegan al yacimiento principalmente como soportes preconfigurados y útiles finales, y los casos de córtex totales observados son aislados y, por tanto, hay que tratarlos como hechos puntuales que no marcarían un patrón de comportamiento.

El análisis de los porcentajes corticales es un indicador de las estrategias de gestión del sílex empleadas por los grupos magdalenienses que se asentaron en Forcas I. Hemos detectado en todos los litotipos y para todos los niveles estudiados similares patrones de comportamiento, como es el predominio de piezas no corticales. En los litotipos



mayoritarios (1 y 2) también hemos podido comprobar cómo a medida que avanza el Magdaleniense van disminuyendo los porcentajes corticales. Además, la presencia o no de córtex parece ir relacionada con la proximidad o lejanía a las fuentes de abastecimiento. Así, los sílex lacustres y evaporíticos, cuyos afloramientos se situarían en un área más próxima al yacimiento y es de suponer más frecuentada recurrentemente por los grupos magdalenienses, poseen mayores porcentajes corticales. En cambio, los sílex de los litotipos 3 y 4, cuyas fuentes de aprovisionamiento se sitúan en un radio más lejano a Forcas I (litotipo 3) o menos frecuentada recurrentemente (litotipo 4), parecen llegar al yacimiento en forma de soportes preconfigurados y/o útiles finalizados y son esporádicos los casos con córtex dominantes o totales.

### 8.2.2.3 Alteraciones

Durante el estudio macroscópico del material arqueológico se ha observado la presencia de dos tipos de alteraciones principales: la pátina blanca y las alteraciones térmicas, en forma de cúpulas, craquelados o pátinas rosadas.

Si analizamos las alteraciones según el tipo de sílex, observaremos cómo en el litotipo 1 se observan caracteres similares, pese a que con diferencias entre niveles (fig. 284). Predominan las piezas sin alteraciones en todos los niveles, con porcentajes que oscilan entre el 78% y el 80%. La principal alteración es la pátina blanca, que afecta a un 12% de las piezas en el Magdaleniense superior final, a un 16% en el Magdaleniense superior y a un 19% en el Magdaleniense inferior. Las alteraciones térmicas varían ampliamente en función del nivel, no hallando prácticamente en el Magdaleniense inferior, ascendiendo a un 3% en el Magdaleniense superior y a un 8% en el Magdaleniense superior final. Por último, la combinación de pátina blanca y alteración térmica únicamente se observa en un 2% de los casos del Magdaleniense superior final y en un 1% del Magdaleniense superior.

Así, en el litotipo 1 hemos podido identificar una disminución de la pátina blanca a medida que avanzamos hacia niveles magdalenienses más recientes, posiblemente vinculado a condiciones tafonómicas diversas durante el enterramiento del material en el sedimento o a cambios producidos tras la deposición del mismo. En cambio, las alteraciones térmicas aumentan a medida que ascendemos hacia niveles más recientes,

pasando de un 0% en el Magdaleniense inferior a un 8% en el Magdaleniense superior final. Este dato puede estar indicando variaciones en las estrategias de gestión del material lítico o de la existencia de espacios de ocupación y trabajo diversificados en el yacimiento.

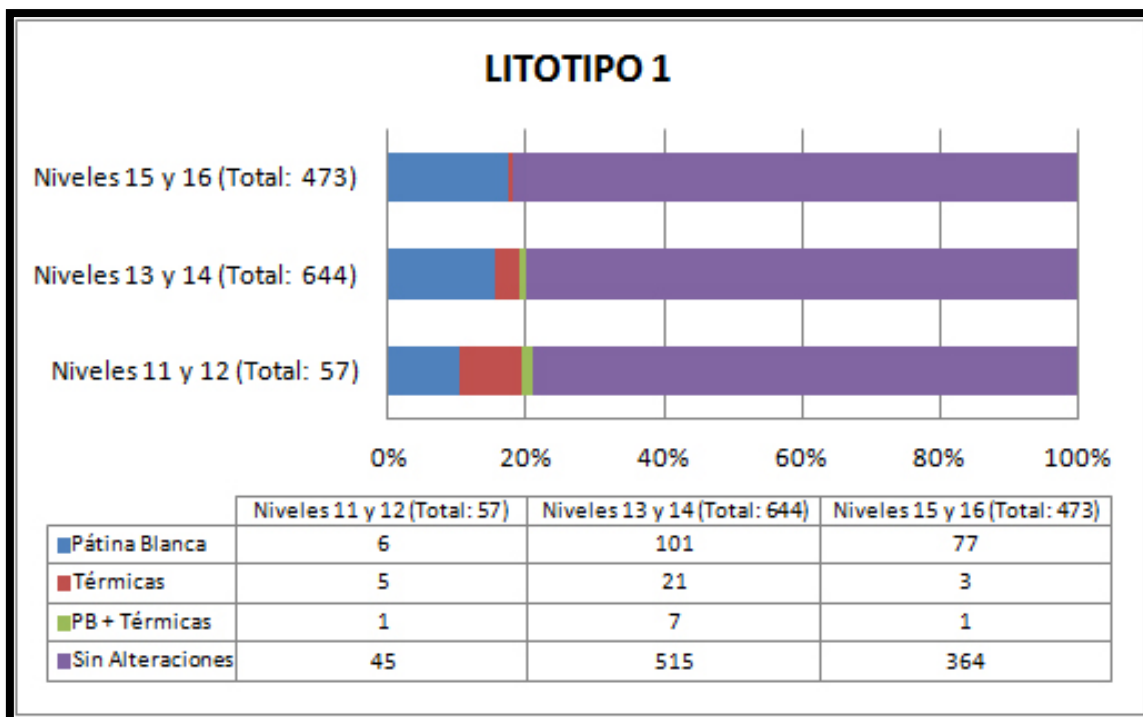


Fig. 284 – Alteraciones observadas en el litotipo 1 a lo largo de la secuencia magdaleniense. PB: Pátina Blanca.

Los sílex pertenecientes al litotipo 2 poseen características similares a lo largo de los niveles magdalenienses, aunque presentan algunas sutiles diferencias (fig. 285). Así, predominan igualmente los sílex sin alteraciones, con porcentajes que varían entre el 75% para los niveles del Magdaleniense inferior y el 85% y 87% para el Magdaleniense superior y Magdaleniense superior final, respectivamente. La principal alteración es la pátina blanca, que afecta de manera desigual según el nivel. En el Magdaleniense inferior es abundante (24%), disminuye sustancialmente en el Magdaleniense superior (11%) y experimenta un leve aumento en el Magdaleniense superior final (13%). Las alteraciones térmicas están ausentes y prácticamente ausentes en el Magdaleniense superior final (0%) y el Magdaleniense inferior (0,5%), y tan sólo aparecen esporádicamente en el Magdaleniense superior (2%). El binomio pátina blanca junto a alteraciones térmicas únicamente destaca en el Magdaleniense superior final (3%) estando prácticamente ausente (0,5%) en los otros niveles.

Para el litotipo 2 hemos detectado de nuevo cómo la pátina blanca disminuye a medida que avanzamos hacia niveles magdalenienses más recientes (a excepción de un leve repunte que se experimenta en el Magdaleniense superior final). Las alteraciones térmicas son prácticamente inexistentes en el material de todos los niveles analizados.

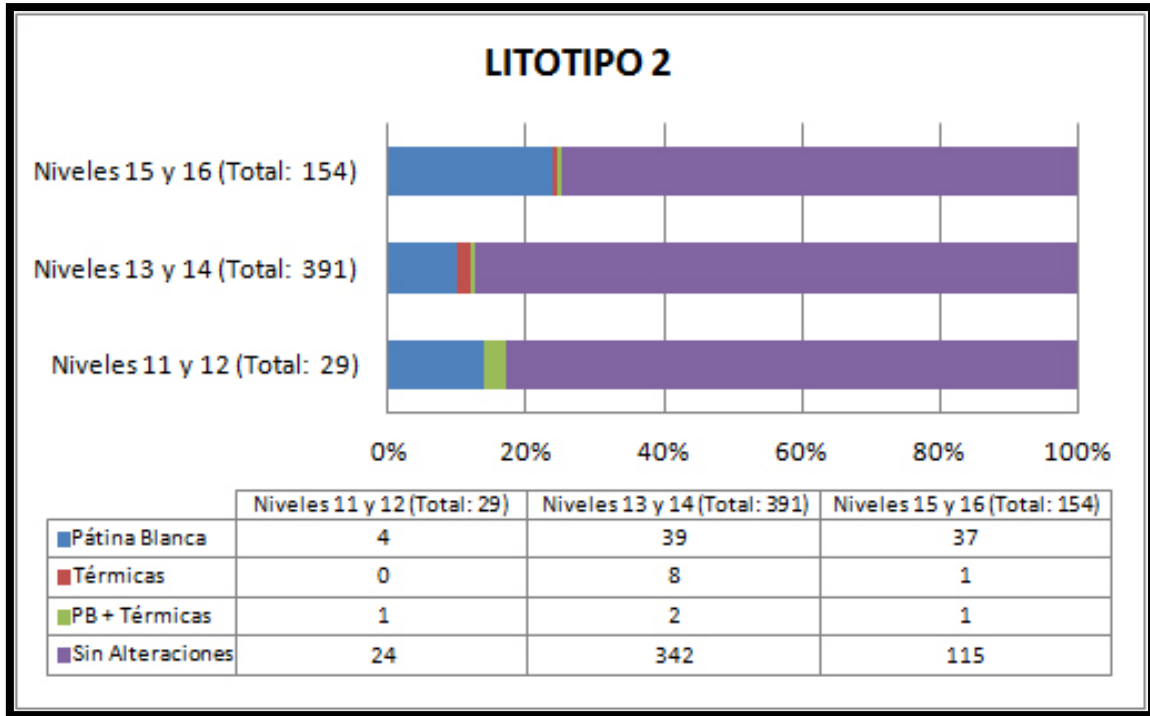


Fig. 285 – Alteraciones observadas en el litotipo 2 a lo largo de la secuencia magdaleniense. PB: Pátina Blanca.

El litotipo 3, del que no se han recuperado muchos ejemplares, presenta porcentajes que debemos tenerlos en cuenta en función de la cantidad de material vinculada a cada nivel (fig. 286). Se trata de un sílex con escasas alteraciones, pues únicamente se observa la presencia de pátina blanca en niveles del Magdaleniense inferior (7%) y del Magdaleniense superior (26%), no hallando alteraciones térmicas ni el binomio pátina blanca y alteración térmica. Pese a obtener estos porcentajes, que repetimos debemos tomar con cautela debido a los escasos restos adscritos a este tipo de sílex, pensamos que este litotipo presenta similares patrones a los observados en los sílex lacustres y evaporíticos, afectando de igual modo la pátina blanca como alteración principal y siendo muy esporádicas o, como es el caso, totalmente ausentes, las alteraciones térmicas.

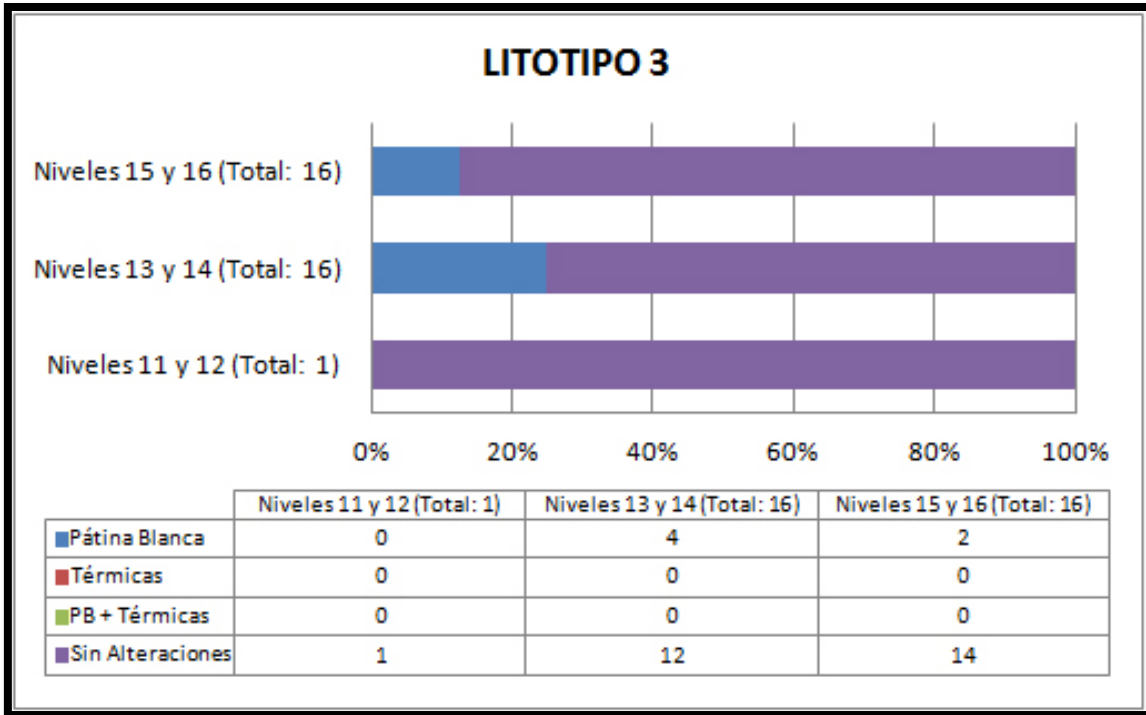


Fig. 286 – Alteraciones observadas en el litotipo 3 a lo largo de la secuencia magdaleniense. PB: Pátina Blanca.

El litotipo 4 muestra similares datos a los que se han venido observando en los otros tipos de sílex (fig. 287). En esta ocasión las alteraciones están prácticamente ausentes en todos los casos, y únicamente se observa la presencia de pátina blanca en los niveles del Magdaleniense superior (5%) y esporádicamente en el Magdaleniense inferior (1%). Las alteraciones térmicas también aparecen testimonialmente, en una pieza (1%) perteneciente al Magdaleniense inferior. Por tanto, este tipo de sílex no muestra cambios de gestión con respecto a los otros litotipos si tenemos en cuenta las alteraciones térmicas, pero sí que experimenta variaciones en lo referido a la pátina blanca, pues ésta afecta en menor medida a esta silicificación, posiblemente debido a una menor porosidad de este litotipo.

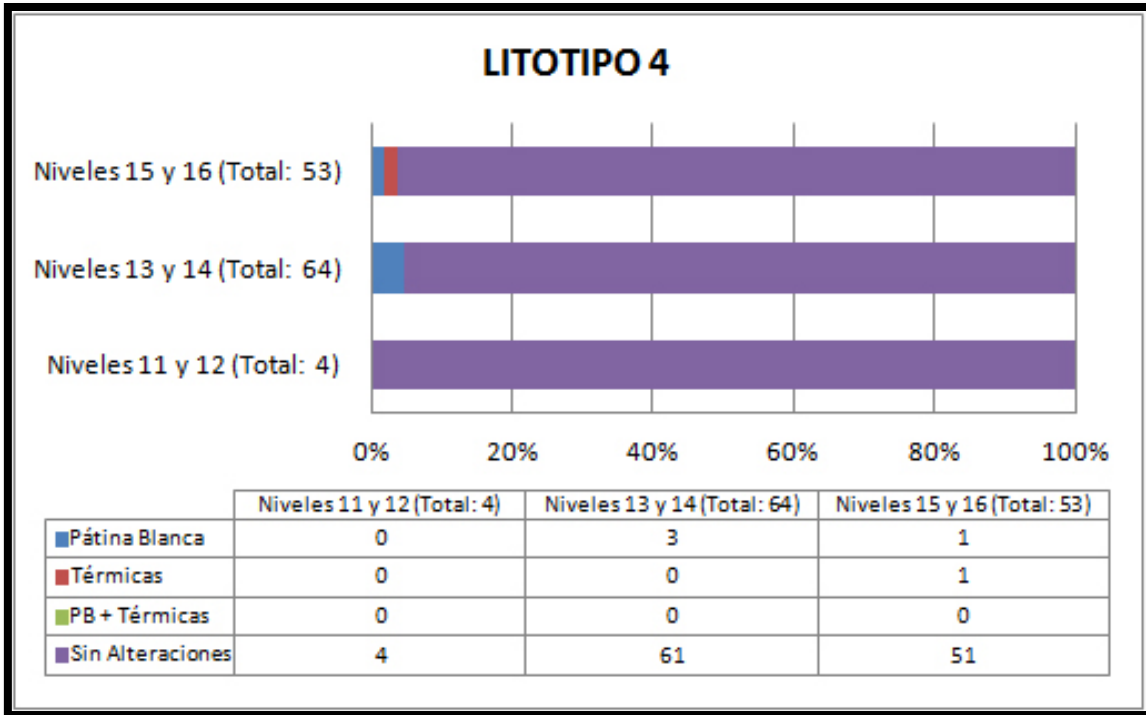


Fig. 287 – Alteraciones observadas en el litotipo 4 a lo largo de la secuencia magdaleniense. PB: Pátina Blanca.

#### 8.2.2.4 El peso

La determinación del peso del material lítico recuperado en el yacimiento es determinante para conocer la cantidad de materia que fue aportada y poder incidir en las estrategias de adquisición y gestión de los recursos empleadas. Los 2.009 elementos estudiados suman una cantidad de 6,247 kg de materia prima aportada al asentamiento.

Si analizamos por fases cronoculturales, observamos cómo durante el Magdaleniense superior final presentan un mayor peso los sílex del litotipo 2, sumando 274 g. Le siguen los sílex del litotipo 1 (162 g) y con porcentajes muy inferiores los sílex de los litotipos 4 (15 g) y 3 (0,46 g) (fig. 288).

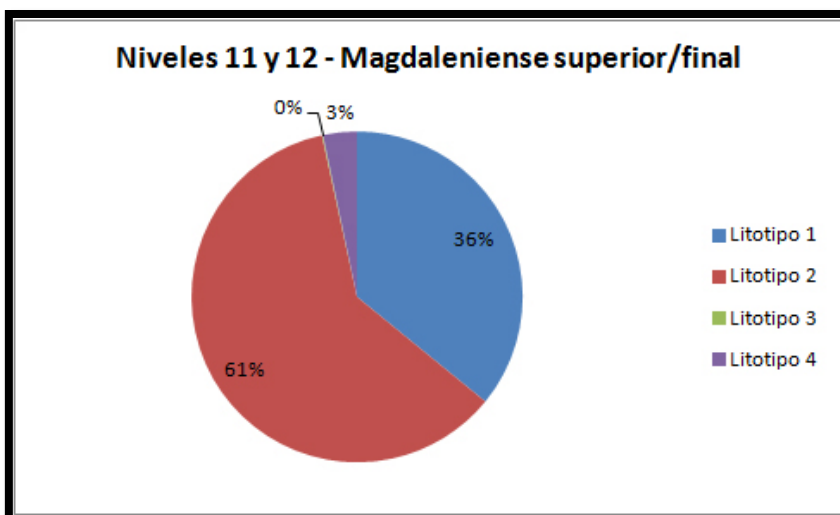


Fig. 288 – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 11 y 12.

Para las piezas del Magdaleniense superior, en cambio, son los sílex del litotipo 1 los que poseen valores más elevados (1.709 g), seguidos de cerca por el litotipo 2 (1.705 g). Muy por debajo están los sílex de los litotipos 4 (210 g) y 3 (43 g) (fig. 289).

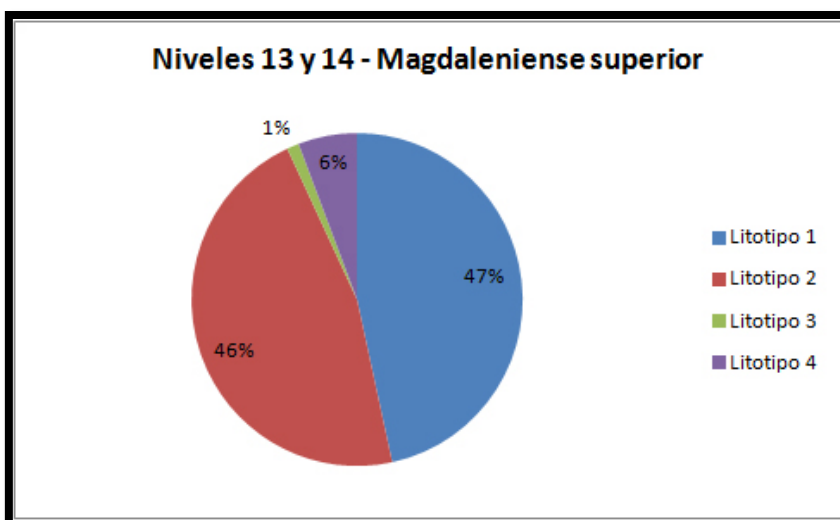


Fig. 289 – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 13 y 14.

Durante el Magdaleniense inferior se observan similares porcentajes a los identificados en el Magdaleniense superior. El litotipo 1 es el que presenta una mayor cantidad de materia aportada (1.056 g), seguido del litotipo 2 (888 g). Con porcentajes muy inferiores aparecen los sílex del litotipo 4, con 160 g, y los del litotipo 3 (25 g) (fig. 290).

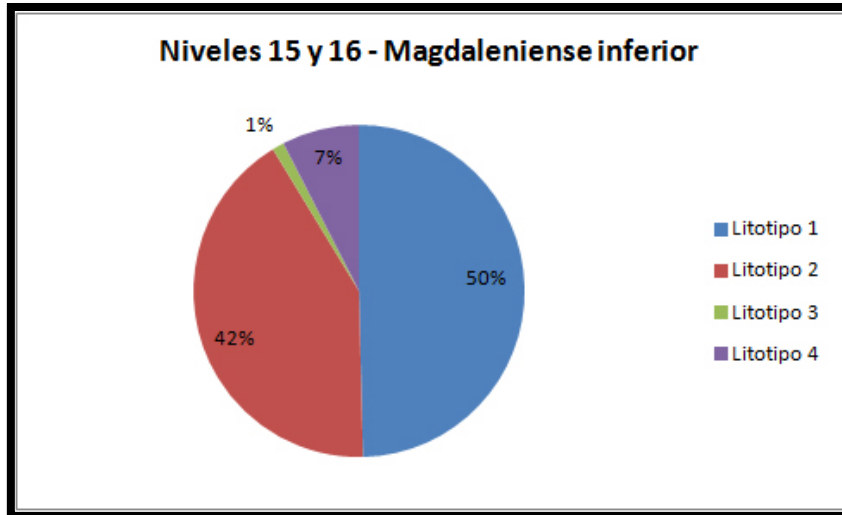
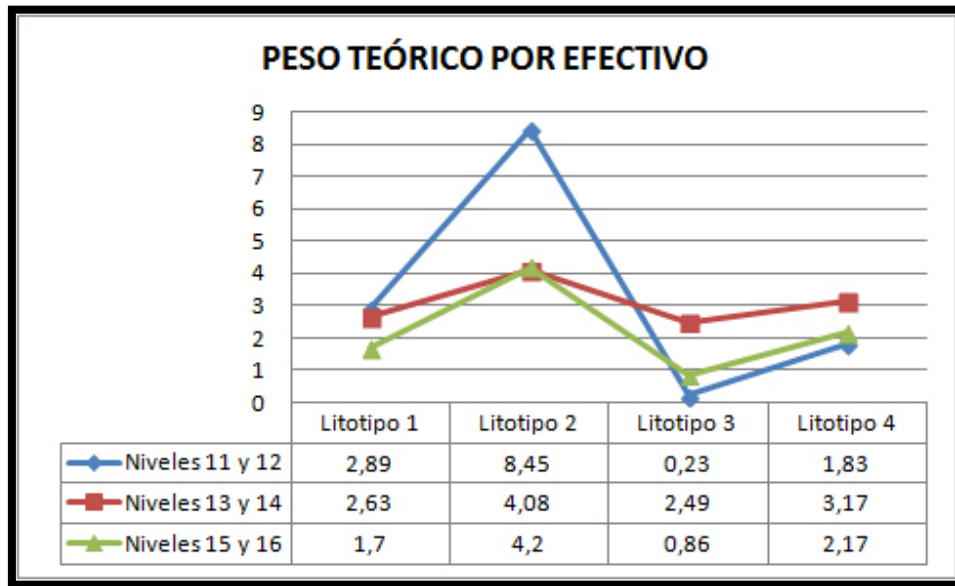


Fig. 290 – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 15 y 16.

Hemos aprovechado para dividir el peso total de los cuatro litotipos en cada nivel por el número de efectivos estudiados para cada caso, de tal manera que la cifra que obtenemos es el peso teórico que tendría cada efectivo si todos tuvieran el mismo peso. Los resultados obtenidos son interesantes (fig. 291) y ponen de manifiesto similares estrategias para todos los niveles magdalenienses. Así, los sílex del litotipo 2 son los que presentan un mayor peso por efectivo, que oscila en función del nivel, llegando a alcanzar los 8,45 g por efectivo en el Magdaleniense superior final y manteniendo los 4 g en el Magdaleniense superior y el Magdaleniense inferior. Los sílex del litotipo 1 presentan similares pesos teóricos, de entre 2 y 3 g por efectivo, del mismo modo que los sílex del litotipo 4, con similares pesos. Por último, el litotipo 3 es el que posee menores pesos por efectivo, a excepción del nivel del Magdaleniense superior, que alcanzaría los 2 g.

El ejercicio de buscar los pesos teóricos por efectivo nos da una idea de la manera en la que llega el material al yacimiento. Así, observamos cómo los sílex evaporíticos del tipo 2 presentan las piezas de mayores dimensiones, manteniendo una relación directa con la distancia a las fuentes de aprovisionamiento, pues son los sílex locales y regionales. También podríamos relacionar el hecho de encontrar pesos mayores con la menor aptitud a la talla de estos sílex, pues los núcleos, por ejemplo, no son explotados hasta su agotamiento, como ocurre para el litotipo 1. En cambio, los sílex cuyos afloramientos están más lejanos (litotipo 3), son los que poseen un menor peso por efectivo teórico, existiendo esta misma relación distancia-peso e indicando que se trata de piezas, como

ya hemos ido comentando a lo largo de las líneas precedentes, que llegan al asentamiento como soportes configurados o útiles terminados.



**Fig. 291** – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo según la fase cronocultural. Obsérvese el alto valor que presentan los sílex del litotipo 2, especialmente en los niveles del Magdaleniense superior final, indicando una aportación de elementos de grandes dimensiones al yacimiento.

### 8.2.3 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico

Durante la observación del conjunto arqueológico de Forcas I, procedimos a estudiar el material también desde el punto de vista tecnológico y de clasificación tipológica siguiendo la metodología propuesta por G. Laplace (1974). Es nuestra voluntad presentar en este apartado la relación que presentan los diferentes litotipos identificados con los distintos tipos primarios, con el objetivo de conocer mejor las estrategias de explotación empleadas para cada tipo de sílex.

Si distribuimos los tipos primarios por niveles y litotipo, observamos cambios a lo largo de la secuencia magdaleniense (fig. 292). Identificamos un aumento de los elementos de retoque simple según avanzamos hacia fases más recientes del Magdaleniense, pasando de un 12% en el Magdaleniense inferior a un 23% en el Magdaleniense superior y a un 35% en el Magdaleniense superior final. Sin embargo, los elementos de retoque abrupto presentan una relación inversa a los de retoque simple, pues a medida que avanzamos en el Magdaleniense su número se ve sustancialmente reducido, pasando de un 61% en el



Magdaleniense inferior a un 35% en el Magdaleniense superior y a tan sólo un 18,5% en el Magdaleniense superior final.

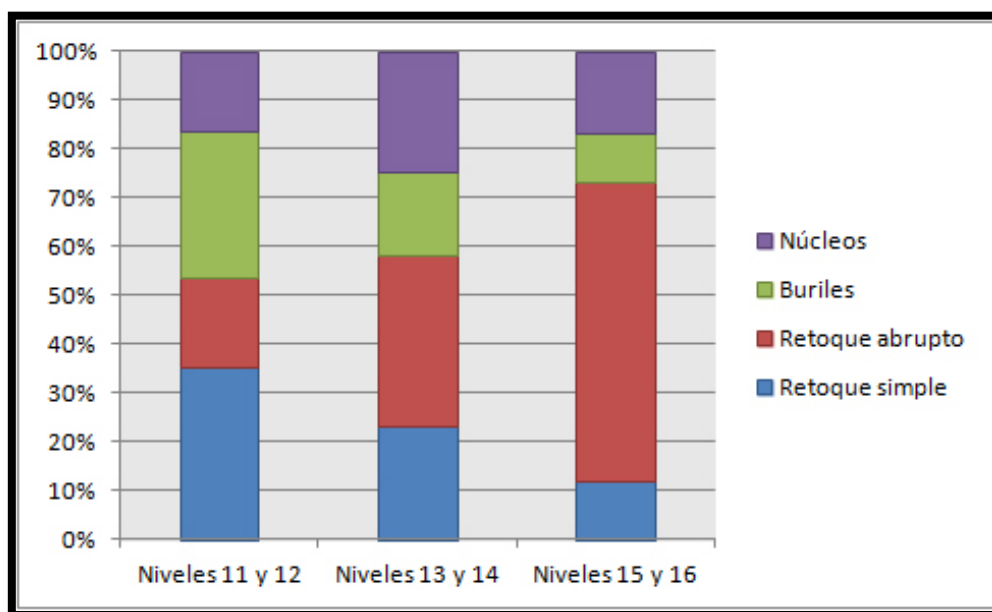


Fig. 292 – Distribución de grupos de tipos primarios por niveles.

Los buriles presentan una relación similar a la observada en los elementos de retoque simple, aumentando su porcentaje en el registro arqueológico según avanzamos en el Magdaleniense. Así, durante el Magdaleniense inferior los buriles representan tan sólo un 10% del total del conjunto, ascendiendo levemente en el Magdaleniense superior (17%) y de manera acentuada en el Magdaleniense superior final (30%). Caso aparte son los núcleos, que poseen porcentajes similares para el Magdaleniense inferior (17%) y el Magdaleniense superior final (16,5%), y son algo más abundantes en el Magdaleniense superior (25%).

De este modo, identificamos una reducción de elementos de retoque abrupto según avanzamos hacia momentos más recientes del Magdaleniense, en provecho de un aumento de los elementos de retoque simple y los buriles, con porcentajes superiores a los elementos de retoque abrupto en el Magdaleniense superior final. Estos datos pueden estar indicándonos diferencias en los comportamientos económicos a lo largo de las distintas fases del Magdaleniense documentadas en el yacimiento. Así, durante el Magdaleniense inferior podrían haber tenido más peso actividades cinegéticas con soportes líticos mientras que en el Magdaleniense superior y Magdaleniense superior

final otras actividades, o sobre otros soportes, podrían haber sido más importantes (raspado de pieles, confección de industria ósea...).

A continuación vamos a analizar el porcentaje que representa cada litotipo para los cuatro grandes grupos tipológicos identificados (retoque simple, retoque abrupto, núcleos y buriles) en los diferentes niveles magdalenienses.

Los elementos de retoque simple están fundamentalmente elaborados con sílex lacustres del litotipo 1, con porcentajes que varían en función del nivel arqueológico (fig. 293). Así, en el Magdaleniense inferior suman un 63% del total, descendiendo a un 46% durante el Magdaleniense superior y alcanzando el 70% en el Magdaleniense superior final. El litotipo 2 es el segundo sílex más explotado en todos los niveles, con porcentajes que oscilan entre el 21% para el Magdaleniense inferior y el 30% para el Magdaleniense superior final. Si bien en los niveles del Magdaleniense superior final se observa la exclusividad de los litotipos 1 y 2, en el Magdaleniense superior otros litotipos e incluso otras litologías fueron aprovechadas para la elaboración de los elementos de retoque simple, manifestando una amplitud mayor en el ámbito de explotación. Del mismo modo, en el Magdaleniense inferior también fueron explotados los cuatro tipos de sílex identificados. Estos datos nos permiten documentar una reducción de las materias explotadas para la elaboración de los útiles de retoque simple a medida que avanzamos hacia cronologías más recientes del Magdaleniense.

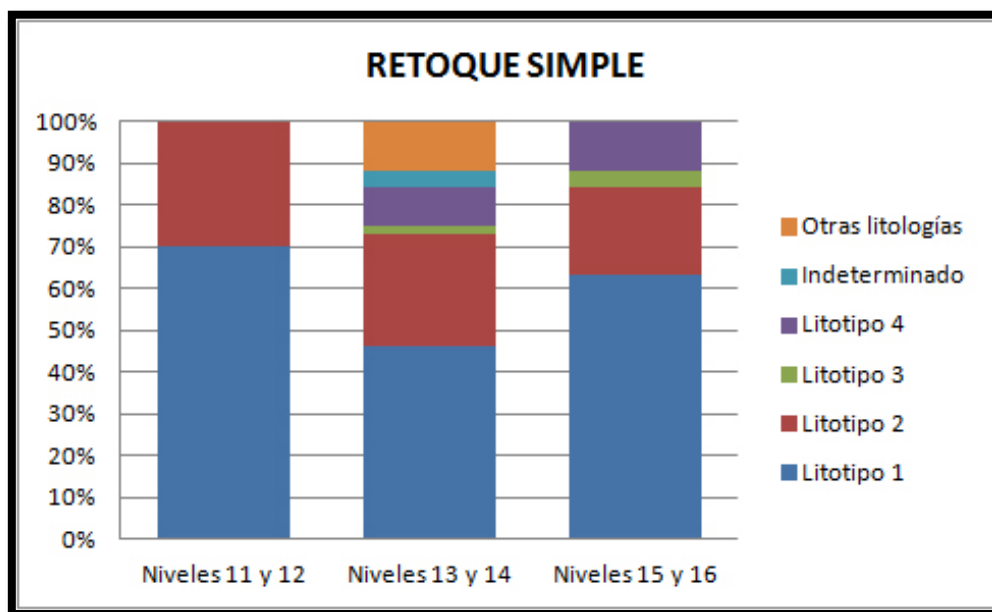


Fig. 293 – Distribución de los elementos de retoque simple por litotipos y niveles.

Al analizar el gráfico de los elementos de retoque abrupto (fig. 294), es posible identificar que en este caso también el litotipo 1 es el más explotado a lo largo de toda la secuencia. Sin embargo, a medida que avanzamos a niveles más recientes documentamos el descenso marcado y continuo que experimenta este litotipo, que pasa de un 73% en el Magdaleniense inferior, a un 56% en el Magdaleniense superior y a un 40% en el Magdaleniense superior final. Por el contrario, los sílex del litotipo 2 experimentan el camino inverso, ascendiendo en número según avanzamos en cronología y pasando de un 15% en el Magdaleniense inferior, a un 28% en el Magdaleniense superior y un 40% en el Magdaleniense superior final. Los litotipos 3 y 4 fueron explotados únicamente en los niveles del Magdaleniense inferior y Magdaleniense superior, en porcentajes que en ningún caso superan el 5%.

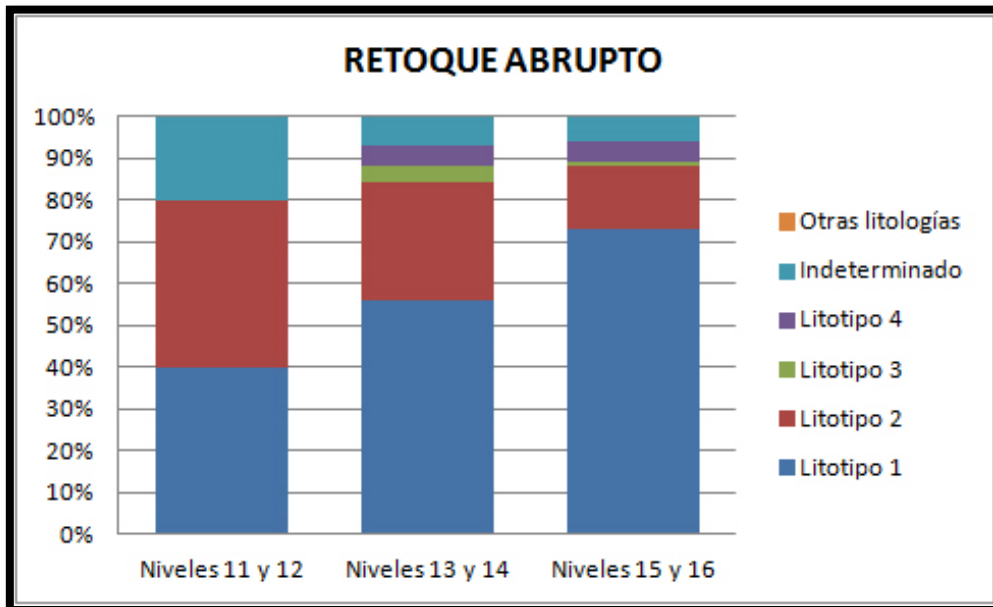


Fig. 294 – Distribución de los elementos de retoque abrupto por litotipos y niveles.

La observación de los elementos de retoque abrupto según el litotipo y el nivel arqueológico permite documentar cambios notorios en las estrategias de adquisición y gestión del sílex, evidenciando el uso de recursos ubicados en un radio de explotación más amplio en épocas más antiguas y de un radio tendente cada vez más hacia el ámbito de explotación local en las fases más recientes del Magdaleniense.

Los buriles (fig. 295) son elaborados principalmente sobre sílex de tipo 1, en porcentajes variables según el nivel arqueológico pero siempre por encima del 60%. El litotipo 2 es utilizado en porcentajes reducidos y desiguales en función del nivel, siendo

muy esporádico en el Magdaleniense inferior (5%), aumentando exponencialmente en el Magdaleniense superior (25%) y descendiendo ligeramente en el Magdaleniense superior final (11%). Si bien en los niveles más antiguos del Magdaleniense no documentamos otros tipos de sílex para la elaboración de los buriles, en el Magdaleniense superior identificamos los litotipos 4 (9%) y 3 (1,5%) y en el Magdaleniense superior final los sílex del litotipo 4 (22%).

El análisis de los buriles según litotipos y niveles arqueológicos pone de manifiesto nuevamente la existencia de cambios en la gestión de los litotipos explotados según el momento cronocultural. En esta ocasión, se observa una reducción de los litotipos explotados según retrocedemos hacia momentos más antiguos del Magdaleniense, rompiéndose la dinámica general documentada para el resto de tipos primarios. Estos cambios, suponemos, deben estar en relación con unas estrategias de gestión determinadas que a día de hoy se nos escapan.

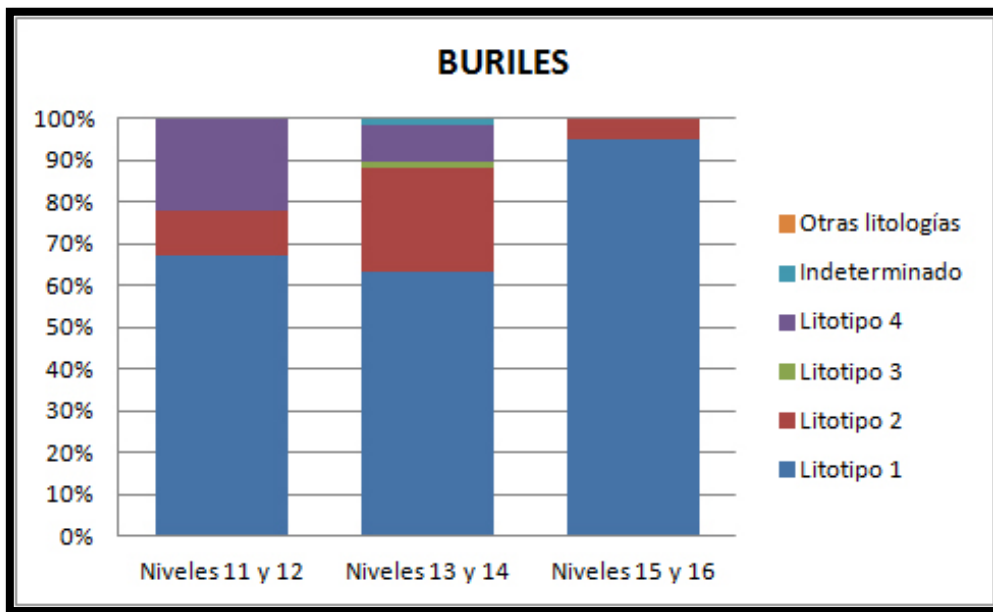


Fig. 295 – Distribución de los buriles por litotipos y niveles.

Por último, el análisis de los núcleos según litotipos y niveles arqueológicos pone de manifiesto la existencia de algunos cambios según el momento cronocultural (fig. 296). Así, el litotipo 1 es el más explotado en todos los niveles, con porcentajes del 56% para el Magdaleniense inferior y del 51% para el Magdaleniense superior, y ascendiendo hasta el 75% para el Magdaleniense superior final. El litotipo 2 es explotado también en porcentajes similares a lo largo de la secuencia, pasando de un 29% en el

Magdaleniense inferior, a un 34% en el Magdaleniense superior y a un 25% en el Magdaleniense superior final. La explotación de otros litotipos únicamente se documenta en el Magdaleniense inferior (litotipo 4, 12%) y en el Magdaleniense superior (litotipo 4, 7% y litotipo 3, 2%).

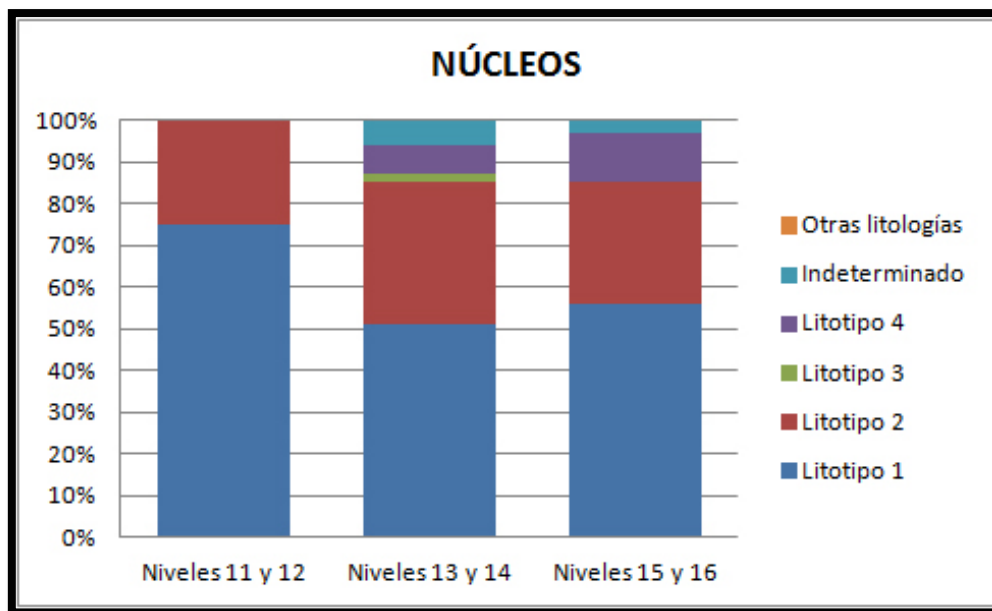


Fig. 296 – Distribución de los núcleos por litotipos y niveles.

El análisis de los núcleos según litotipos y niveles arqueológicos ha permitido documentar la existencia de una explotación de los dos litotipos principales (1 y 2) en el yacimiento. Además, la presencia de núcleos de los litotipos 4 y, en menor medida y tan sólo en el Magdaleniense superior, del litotipo 3 es un indicio de la explotación de este material también *in situ*. Si bien hemos ido comentando a lo largo de este capítulo que los sílex del litotipo 3 y 4 llegarían a Forcas I como soportes configurados y/o útiles terminados, la presencia de algún núcleo de estos litotipos nos lleva a pensar que pudo aportarse algún núcleo sobre el que se pudieron elaborar algunos soportes en el yacimiento, formando parte del *tool kit* transportado hasta el asentamiento. No obstante, mantenemos la idea que se trata de una explotación puntual y menos estandarizada que para los litotipos principales.

### 8.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico de los niveles magdalenienses del Abrigo de Forcas I

El estudio arqueopetroológico de los distintos niveles magdalenienses documentados en el Abrigo de Forcas I ha permitido aportar nuevos datos sobre las estrategias de captación y gestión de los recursos líticos empleadas por los diferentes grupos de magdalenienses que se asentaron en el yacimiento.

Por un lado, hemos observado cómo el sílex es la principal litología explotada en todos los niveles arqueológicos estudiados, alcanzando porcentajes de más del 97%. El análisis macroscópico del conjunto lítico estudiado, que comprende tipos primarios y restos de talla, ha permitido identificar cuatro variedades distintas de sílex, cuyas características y áreas de captación ha sido posible determinar (fig. 297).

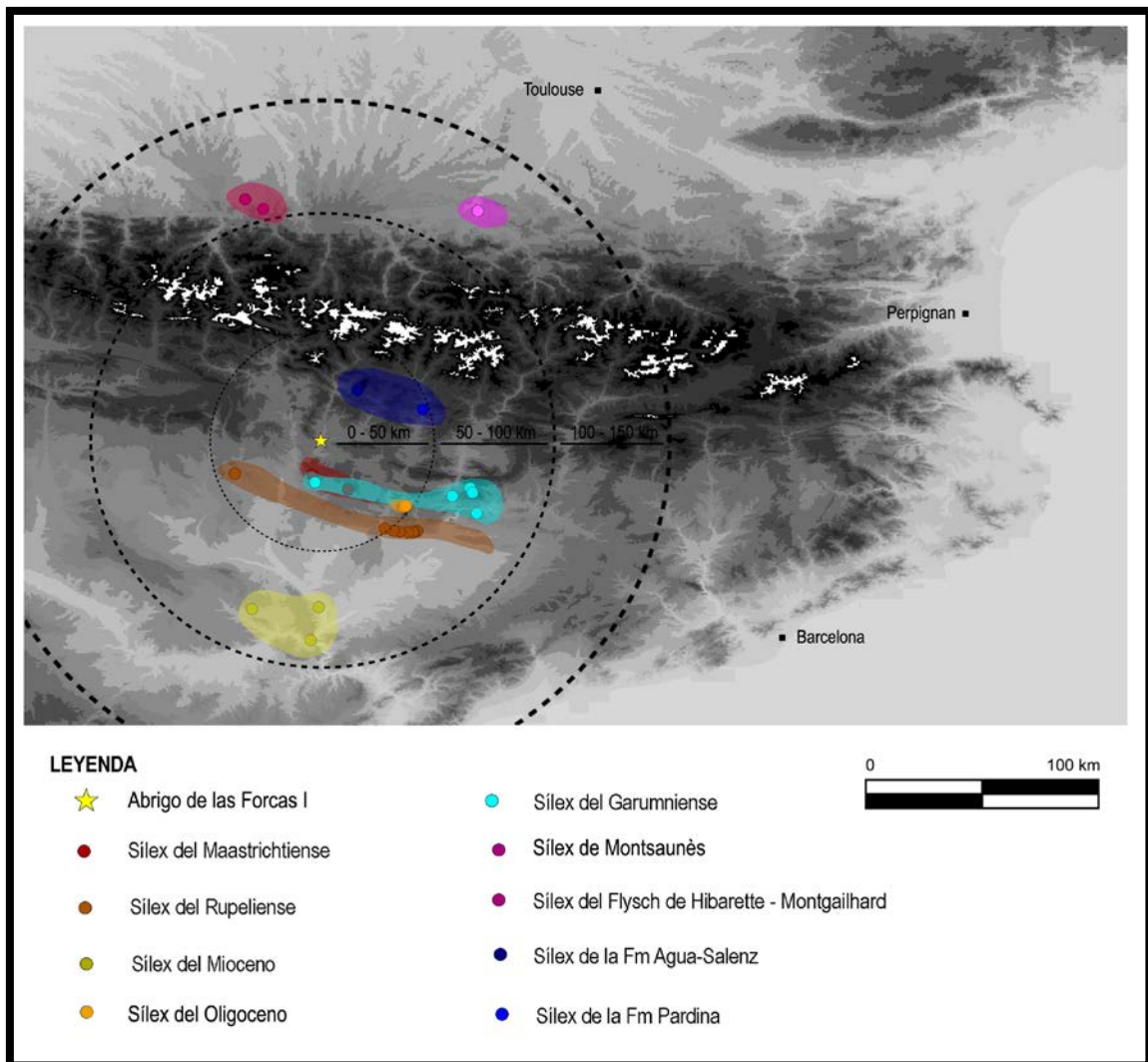


Fig. 297 – Localización del yacimiento y áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenienses de Forcas I.

Los sílex del litotipo 1, originados en una facies sedimentaria continental lacustre, son los más explotados en todos los niveles estudiados, llegando a alcanzar porcentajes elevados (70% para el Magdaleniense inferior). Este tipo de sílex aparece tanto en forma de útiles confeccionados como en restos de talla, que son muy abundantes, siendo un marcador de la existencia de una talla *in situ*. Para los niveles del Magdaleniense inferior se ha documentado una elevada presencia de porcentajes corticales, lo que nos hace pensar que es en el yacimiento donde se lleva a cabo el desbastado principal del córtex. En cambio, a medida que avanzamos hacia fases más recientes del Magdaleniense observamos cómo disminuyen los porcentajes corticales, siendo este dato un indicador de cambios en las estrategias de gestión de este litotipo, pues en el Magdaleniense superior final el desbastado del córtex prácticamente en su totalidad se realiza fuera del yacimiento.

Las dos formaciones que presentan paralelos directos con los sílex del litotipo 1 se hallan en un radio de explotación que hemos definido como regional. Éstas son la Formación Castelltallat, del Rupeliense, cuyos afloramientos más cercanos al yacimiento se han documentado en las proximidades de Peraltilla, al suroeste del mismo, y los sílex de la facies lacustre de la Formación Trepmp, del Maastrichtiense, con afloramientos localizados en la Sierra de la Carrodilla, al sur del yacimiento. El escaso rodamiento de los córtex nos lleva a pensar en un aprovisionamiento directo en la formación de origen, quizás en posición subprimaria, aprovechando los nódulos liberados de la roca caja. El acceso a los puntos de afloramiento pudo hacerse siguiendo el cauce del río Cinca hasta llegar a la llanura aluvial y salvando los congostos más estrechos cruzando por la Sierra del Castillo de Laguarres hasta llegar a la Carrodilla.

Los sílex del litotipo 2, que agrupan aquellos sílex originados en una facies sedimentaria continental lacustre evaporítica, son el segundo tipo de sílex más empleado en los niveles arqueológicos estudiados. Este litotipo también aparece con superficies corticales, fundamentalmente en los niveles del Magdaleniense inferior, lo que nos hace pensar que parte del desbastado del córtex se realiza en el mismo yacimiento. Como en el caso del litotipo 1, para este tipo de sílex también se observa una reducción de los porcentajes corticales a medida que avanzamos hacia fases más recientes del Magdaleniense, lo que implicaría un menor o prácticamente nulo desbastado del córtex en Forcas I durante el Magdaleniense superior final.

Los sílex del litotipo 2 son también los que presentan un mayor peso teórico por efectivo, según el cálculo estimado que resulta de dividir el peso total por el número de efectivos. Este hecho indica que estamos ante piezas de mayores dimensiones y peso, vinculadas a un desecho temprano de estos sílex, observado principalmente en los núcleos, que son abandonados antes de llegar a agotarse. Este dato podría estar relacionado con la menor aptitud a la talla de este tipo de sílex y con la relativa proximidad a las fuentes de aprovisionamiento. Recordemos que los sílex que afloran en las calizas del Garumniense de la Formación Tresp en son los que presentan mayores paralelos con los sílex del litotipo 2. Además, se han localizado afloramientos en las proximidades del yacimiento, a tan sólo 19 km, en la Sierra de la Carrodilla, por lo que el aprovisionamiento se ha definido como local. De nuevo, el escaso rodamiento que presentan estos sílex nos inclinan a decantarnos por un aprovisionamiento en afloramientos primarios y/o subprimarios, que pudiera haberse realizado en el depósito de Alins del Monte donde, recordemos, fueron hallados abundantes restos de lo que podría ser un taller. Si bien desconocemos la cronología de este taller, su explotación hasta principios del siglo XX por los vecinos de la localidad de Alins del Monte para la confección de los trillos puede servir de ejemplo de la tradición en el uso de estos recursos propios del territorio. El acceso a este u otros puntos de afloramiento de la zona podría haberse realizado siguiendo el cauce del río Cinca hacia el sur y superando los estrechos congostos por la Sierra del Castillo de Laguarres hasta llegar a la Sierra de la Carrodilla.

Los sílex del litotipo 3, definidos como originados en una facies sedimentaria marina, aparecen muy esporádicamente en el yacimiento y lo hacen únicamente en los niveles del Magdalenense superior y del Magdalenense inferior (si consideramos que las escasas piezas que aparecen en los niveles del Magdalenense superior final puedan ser el resultado de una intrusión de material). Se trata de un litotipo que llega principalmente como soporte configurado y/o útil al yacimiento, a pesar de haber hallado algún núcleo, lo que podría ser una señal de la existencia de una leve talla *in situ* que, por otro lado, explicaría la existencia de algunos restos de talla.

Los paralelos del litotipo 3 se ubican en las formaciones del Flysch de Hibarette – Montgaillard, del Campaniense-Maastrichtiense, y en los sílex de las calizas Nankin del Maastrichtiense, que afloran en las proximidades de Montsaunès. Estas formaciones se sitúan a más de 100 km al norte del asentamiento y al otro lado de la cordillera



pirenaica. La presencia de este tipo de sílex en el asentamiento de Forcas I es una evidencia, por un lado, de la existencia de un aprovisionamiento exógeno fruto de posibles contactos entre grupos y, por otro, del contacto entre ambas vertientes pirenaicas durante el Magdaleniense. El hallazgo de tan pocos restos de este litotipo en el yacimiento nos inclina a pensar que quizás estemos ante la evidencia de un contacto entre distintos grupos, que habrían intercambiado diferentes recursos, entre ellos, este tipo de sílex. Este hecho es de gran importancia pues denota que estamos ante un territorio común en el ámbito pirenaico donde las montañas no funcionan como barreras sino como espacios de tránsito de personas, ideas y materiales. La localización de los pasos más propicios para atravesar los Pirineos será abordada en capítulos posteriores, cuando se interrelacionen los resultados obtenidos del estudio arqueopetroológico con los materiales líticos de otros yacimientos magdalenienses.

Por último, los sílex del litotipo 4, definidos como procedentes de una facies sedimentaria marina, han sido identificados en los niveles del Magdaleniense superior y del Magdaleniense inferior si, como en el caso anterior, mantenemos que los escasos restos procedentes del Magdaleniense superior final podrían atribuirse a intrusiones de material procedentes de otros niveles arqueológicos, dada la escasa entidad de los mismos. Este litotipo, del mismo modo que el litotipo 3, llega al yacimiento principalmente en forma de soportes preconfigurados y/o útiles, aunque también han sido documentados algunos núcleos, demostrando una pequeña talla *in situ*, hecho que podría explicar la aparición de restos de talla en el yacimiento. Pese a aparecer en escasas proporciones, se trata de un litotipo que está representado tanto en el Magdaleniense superior como en el Magdaleniense inferior, y con cotas diversas, lo que descartaría una explotación puntual y nos inclinaría a pensar en una explotación algo más reiterada pero en proporciones muy reducidas.

Los paralelos del litotipo 4 se hallan en los sílex de la Formación Agua-Salenz y su extensión al este, la Formación Pardina. Los afloramientos localizados que se sitúan más próximos al yacimiento lo hacen en un área que podríamos considerar regional, inferior a los 50 km. A través de los ejes de los ríos Ésera e Isábena se podría acceder fácilmente a los puntos de afloramiento documentados. Recordemos, además, que los córtex, cuando aparecen, no presentan rodamiento, por lo que pensamos que los grupos humanos que explotaron este litotipo pudieron hacerlo en afloramientos primarios o subprimarios. Además, en el Valle del Llierp fue documentado un afloramiento con

restos de talla, lo que podría llevarnos a pensar en la existencia de un antiguo taller. Sea como fuere, pese a tratarse de un sílex de alta aptitud a la talla y localizado en un radio de adquisición regional, este litotipo no aparece abundantemente en el yacimiento. Los afloramientos pudieron formar parte de un territorio menos explotado quizás por razones culturales (existencia de barreras, de tabúes, de rivalidades entre grupos...) que a día de hoy se nos escapan, ya que la aptitud del material para la talla no parece ser ningún obstáculo para su utilización.

El estudio arqueopetroológico de los materiales líticos de Forcas I nos ha permitido documentar la existencia de un amplio territorio de explotación de recursos, centrado en una adquisición preferencial de sílex ubicados en las proximidades del yacimiento y al sur del mismo (sílex de la Formación Tremp –facies lacustre y evaporítica- y de la Formación Castelltallat). No obstante, parece ser que estos grupos penetraron hacia el territorio plenamente pirenaico, como demuestra la explotación de los sílex de la Formación Agua-Salenz e incluso establecieron contactos con la vertiente norte de los Pirineos, como queda refrendado en la explotación de los sílex marinos del Flysch de Hibarette – Montgaillard y/o de los sílex del Maastrichtiense de Montsaunès.

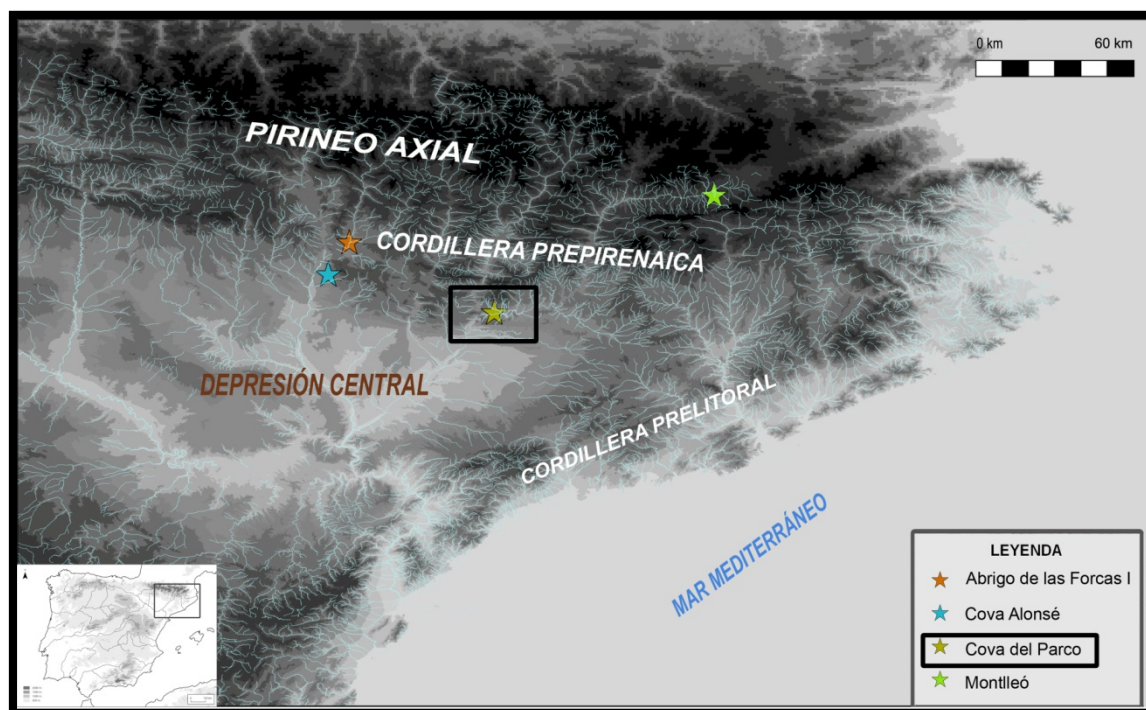
El territorio de explotación de materias primas líticas de los grupos que se asentaron en Forcas I parece reducirse a medida que avanzamos hacia fases más recientes del Magdaleniense. Si bien en el Magdaleniense inferior parece documentarse la mayor expansión de estos grupos, a medida que nos acercamos a las últimas fases del Magdaleniense observamos la reducción del territorio de adquisición de materias, posiblemente en relación con una mayor regionalización de los grupos, que será una tendencia mucho más acentuada a inicios del Holoceno.

## 9. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE LOS MATERIALES LÍTICOS DEL MAGDALENIENSE SUPERIOR DE LA COVA DEL PARCO (ALÒS DE BALAGUER, LA NOGUERA)

### 9.1 El yacimiento arqueológico de la Cova del Parco

#### 9.1.1 Localización y excavación

La Cova del Parco se localiza en el término municipal de Alòs de Balaguer, en la comarca de la Noguera (Lleida), en la partida conocida con el nombre de “Les Roques Prenyades”, con las coordenadas 0° 56’ 31’’ Este y 41° 54’ 58’’ Norte (hoja 328 IGME – Artesa de Segre) (figs. 298 y 299). El domo de San Mamet, en el que se halla la cavidad, constituye un paisaje litológico de calizas y conglomerados oligocenos que dan lugar a unos relieves de formas abruptas y escarpadas debido al encajamiento del río Segre, que en esta zona abandona la dirección Norte-Sur para tomar la dirección Este-Oeste y cruzar las Sierras Marginales del Prepirineo (Mangado *et al.* 2007: 45).



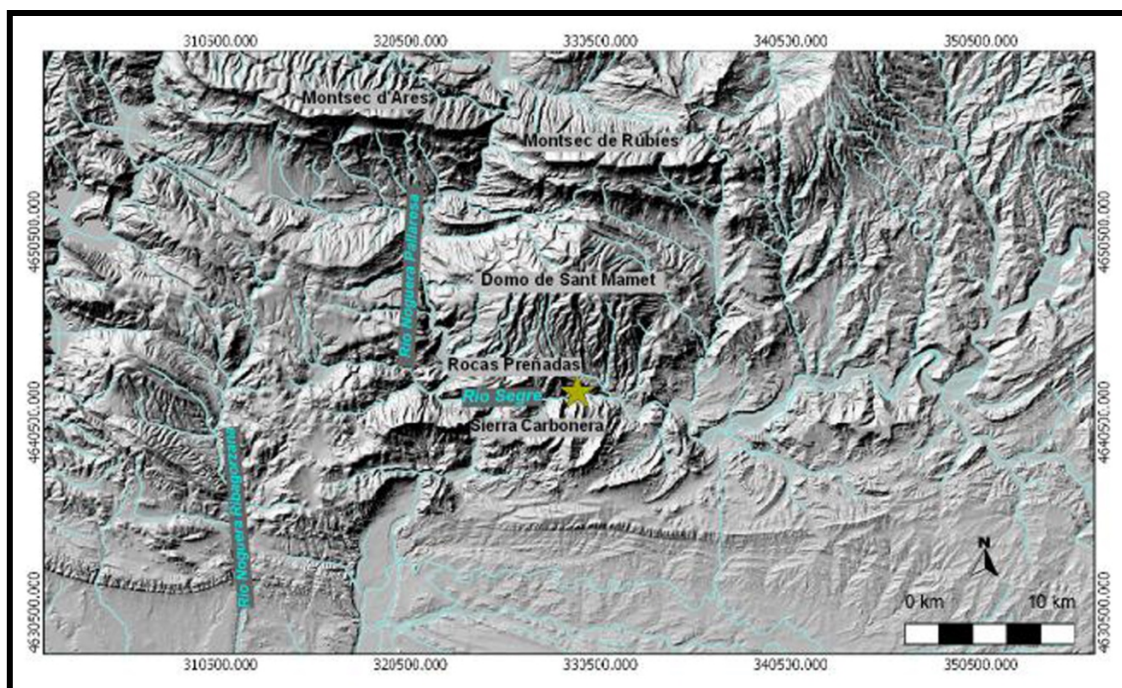


Fig. 299 – Principales accidentes geográficos del entorno de la Cova del Parco.

La cueva se sitúa a 420 m snm, y a 120 m sobre el río Segre, con una orientación Norte-Sur. La cavidad está formada por una galería única de planta triangular de 10,5 m de largo por 4,5 m de ancho máximo en la entrada, donde comunica lateralmente con un gran abrigo de 5,5 m por 30 m, cercado por un muro de mampostería, fruto de su uso para la estabulación del ganado en época histórica (fig. 300).

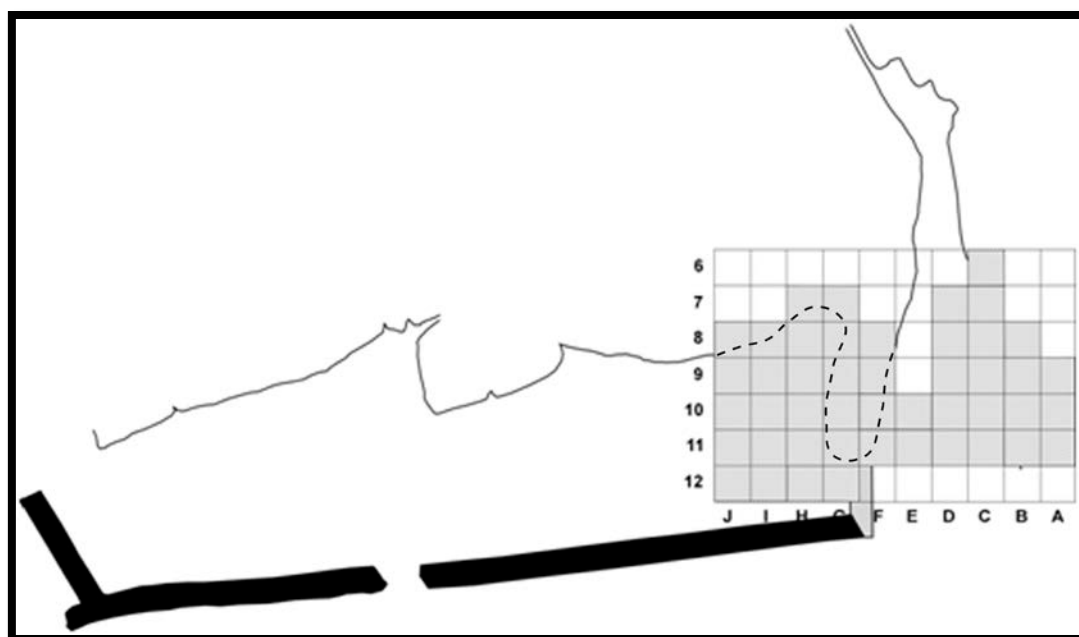


Fig. 300 – Planta del yacimiento con la superficie excavada entre 2001 y 2012.

La historia de las intervenciones arqueológicas en la Cova del Parco nace cuando el señor Rafael Gomà de Cal Parco, vecino de la localidad de Artesa de Segre, mostró el hallazgo en la cueva de cerámicas del Bronce al Dr. Joan Maluquer de Motes, catedrático de Prehistoria de la Universidad de Barcelona. Este hecho tuvo lugar en el año 1974, momento en que Maluquer de Motes comenzó a vaciar la parte superior de la estratigrafía que contenía niveles cerámicos. El reestudio de los materiales cerámicos fue llevado a cabo en 1996 por la Dra. Maria Àngels Petit, investigadora del SERP (Petit 1996). En el año 1984 se realizó un sondeo en trinchera de 3 m<sup>2</sup> (actualmente llamado Cata Maluquer) en el que Maluquer de Motes localizó, bajo una caída de bloques, materiales líticos del fin del Paleolítico superior (Maluquer de Motes 1983-1984, 1985, 1988, en Mangado *et al.* 2007). Por la importancia de los hallazgos en la cueva, desde el año 1987 el *Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques* (SERP) de la Universidad de Barcelona retomó los trabajos de excavación, que a día de hoy continúan. La dirección de las tareas de excavación es coordinada actualmente por los Dres. Josep Maria Fullola, Xavier Mangado y José Miguel Tejero, pero a lo largo de los más de veinte años de excavación también han formado parte del equipo de dirección la Dra. Maria Mercè Bergadà y el Sr. Raül Bartrolí.

A nivel arqueológico, durante el proceso de excavación por parte del SERP se han identificado hasta el momento un total de tres etapas culturales. Por un lado, en el sector cueva se delimitó la parte basal de una estructura de almacenaje datada a partir de restos de carbón en 6120±90 BP (GrN-20058). Ésta contenía restos cerámicos con decoraciones propias del Neolítico Epicardial (Mangado *et al.* 2007).

Durante las campañas arqueológicas de 1993 a 1999 se excavaron los niveles epipaleolíticos, con fases de triángulos (Sauveterriense o facies Filador) y microlaminar (según Fortea 1973), datados a partir de carbones procedentes de las estructuras de combustión 11 y 12 respectivamente: 10930±100 BP (GifA - 95562) y 10770±110 BP (GifA - 95563) para el horizonte geométrico antiguo y 11430±60 BP (OxA - 8656) para la facies microlaminar. Asimismo se ha recuperado algún elemento lítico de adscripción plenamente aziliense (Fullola *et al.* 2004, en Mangado *et al.* 2007).

Por debajo del paquete microlaminar, y tras un breve espacio de abandono, ha sido documentada una fase terminal del Magdaleniense superior final, datada en 12460±60 BP (OxA - 10797), 12560±130 BP (OxA - 10835) y 13175±60 BP (OxA - 10798). El

límite entre el Magdaleniense superior final y el Magdaleniense superior se ha situado a una cota de -280/-290 cm. Si bien a nivel sedimentológico no se han observado variaciones entre ambos paquetes, a nivel tipológico y de la materia prima se documentan cambios, a partir de la aparición de los triángulos escalenos alargados y de la documentación de nuevos tipos de sílex en el Magdaleniense superior. Este momento cuenta con tres dataciones radiométricas: 12995±50 BP (OxA – 13597), 13025±50 BP (OxA – 13596) y 13095±55 BP (OxA – 17730) (Mangado *et al.* 2010: 68, Fullola *et al.* 2012: 56).

En las últimas campañas de excavación se han observado nuevas variaciones en el registro arqueológico se corresponde con la existencia de una fase más antigua del Magdaleniense (posible Magdaleniense medio). Este nuevo paquete se situaría por debajo de unas cotas de -324/-326 cm de profundidad y parece presentar algunos cambios respecto al momento anterior. Así, en la campaña de 2013 ha sido recuperado un fragmento de azagaya estriada, que es propia del Magdaleniense medio, y el utillaje doméstico lítico presenta un módulo de talla superior al habitualmente observado (Fullola *et al.* 2013). Además, cabe recordar que fue datado un carbón del estrato VI de la sección de la Cata Maluquer en 14.300±150 BP (GifA 95552) (Bergadà 1998). Todos estos elementos parecen denotar que posiblemente se esté comenzando a excavar una fase más antigua del Magdaleniense. Los resultados de las campañas venideras serán indispensables para poder precisar algo más sobre este aspecto (Mangado *et al.* 2014).

#### 9.1.2 Secuencia sedimentaria del yacimiento

El Dr. Maluquer de Motes identificó seis estratos en el sector cueva, siendo el más antiguo el estrato VI, que correspondería a niveles arqueológicos del Paleolítico superior, y el más moderno el estrato I, correspondiente al Bronce medio y final. Entre éstos, distinguió estratos del Epipaleolítico (V), Neolítico cardial y epicardial (III) y Neolítico final – Calcolítico (II).

Posteriormente, la Dra. M. M. Bergadà estableció la secuencia sedimentaria y evolución paleoambiental para los perfiles este, oeste y sur de la Cata Maluquer, identificando una secuencia de quince niveles que evidenciaban cambios manifiestos en las condiciones de temperatura y humedad. Así, los niveles XV y XIV presentan una caída de bloques y

arqueológicamente son estériles. Del nivel XIII al VI se desarrollan procesos de escorrentía de leve intensidad y se observa una gran actividad antrópica. Del nivel VI al IV destaca la formación de costras sedimentarias, que pondrían en evidencia condiciones de aridez y pulsaciones frías más intensas. Los niveles III y II están constituidos por depósitos de gravas y bloques de caliza y conglomerado con fisuras procedentes de la disgregación de las paredes y el suelo de la cavidad. Finalmente, el nivel I presenta procesos de escorrentía de diversa intensidad con pequeñas caídas de bloques y disgregación de la pared (Bergadà 1998, Mangado *et al.* 2007: 48).

### 9.1.3 Las estructuras de combustión y la estructuración del espacio del Magdaleniense

Los niveles magdalenienses, pese a haber sido cortados por la Cata Maluquer, presentan ámbitos de actividades diferenciadas en el sector abrigo y el sector cueva, quedando la zona del abrigo relegada a actividades de tipo laboral, como la talla del sílex o el ahumado de la piel o alimentos (Albert, Mangado y Calvo 1997). Estas últimas actividades están en relación directa con una estructura de combustión, la EC4.

El sector cueva, en cambio, presenta una gran concentración de estructuras de combustión (se han documentado a día de hoy más de 50 estructuras, de las cuales, la mayor parte de ellas se hallan en el sector cueva) y es considerado como el espacio que constituía el área preferencial de actividades domésticas (Fullola *et al.* 2012). La tipología de las estructuras es muy diferenciada, hallándose algunas de ellas superpuestas sin delimitación clara en el sector central de la cueva, por ejemplo. Otras, en cambio, se presentan bajo la forma de pequeñas cubetas (fig. 301), con o sin coronas de piedras como delimitación, y a menudo rellenas de cenizas y carbones así como abundantes restos de fauna y de talla (por ejemplo las EC34 y EC35). Ha sido posible documentar diversas fases de elaboración y modificación de las estructuras, lo que pone de manifiesto las sucesivas reutilizaciones de las mismas por parte de los grupos magdalenienses en sus recurrentes frecuentaciones a la cavidad (Mangado *et al.* 2007: 50). Una primera aproximación a la micromorfología de dichas estructuras fue realizada por N. Égüez (2011), quien actualmente está ampliando el estudio en el marco de elaboración de una tesis doctoral.

Así pues, las estructuras de combustión atraen las actividades domésticas, de trabajo, culinarias o de otro tipo, concentrándose junto a ellas la mayor parte de material arqueológico y hallando en los cuadros situados en la parte más externa del yacimiento y, por tanto, la menos protegida, una menor cantidad de material arqueológico.

No incidiremos más ahora en la estructuración del espacio en la Cova del Parco, pues es objeto de nuestro estudio analizar esta estructuración en función del tipo de sílex. Además, tendremos en cuenta los trabajos previos de SIG realizados por el Dr. Calvo en su tesis doctoral, por lo que más adelante abordaremos de nuevo esta cuestión.

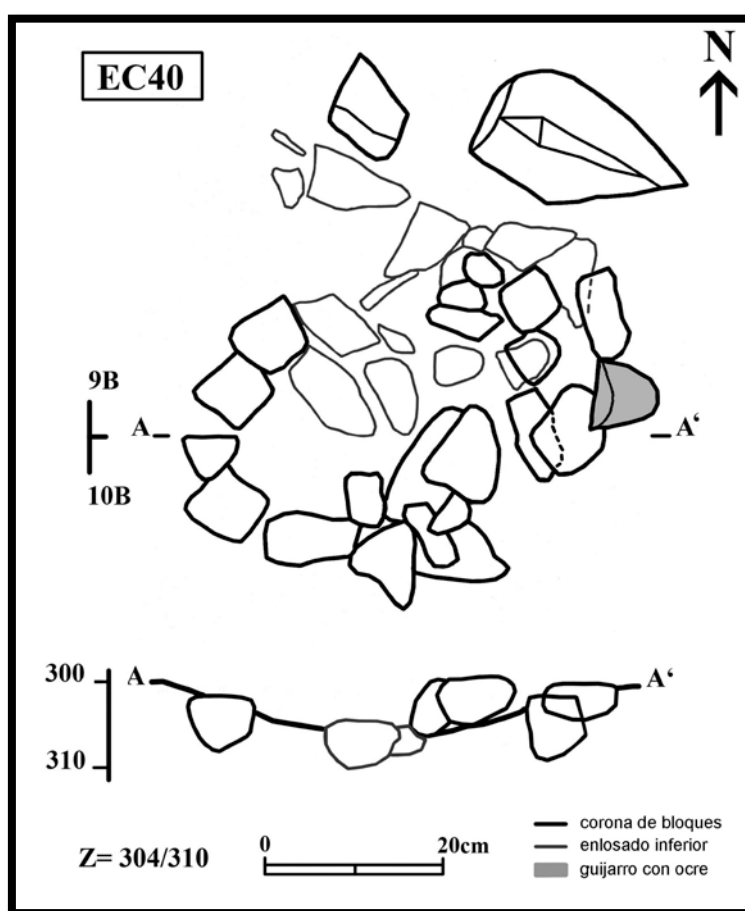


Fig. 301– Representación de la EC40, con morfología de cubeta. Fuente: Mangado *et al.* 2010: 69.

#### 9.1.4 Los restos faunísticos del Magdaleniense

La fauna del yacimiento se encuentra en proceso de estudio en el marco de una tesis doctoral que está llevando a cabo E. Volart. Por este motivo, los datos que presentamos son meramente informativos y extraídos de los informes y memorias de excavación



arqueológica, así como de los artículos publicados hasta la fecha en relación con este aspecto del registro arqueológico, que ha sido analizado por el Dr. Nadal.

Los restos faunísticos se caracterizan por estar muy fragmentados y ser fundamentalmente restos de caza y consumo. En algunos casos se han podido identificar marcas de corte sobre determinados huesos, que frecuentemente aparecen termoalterados.

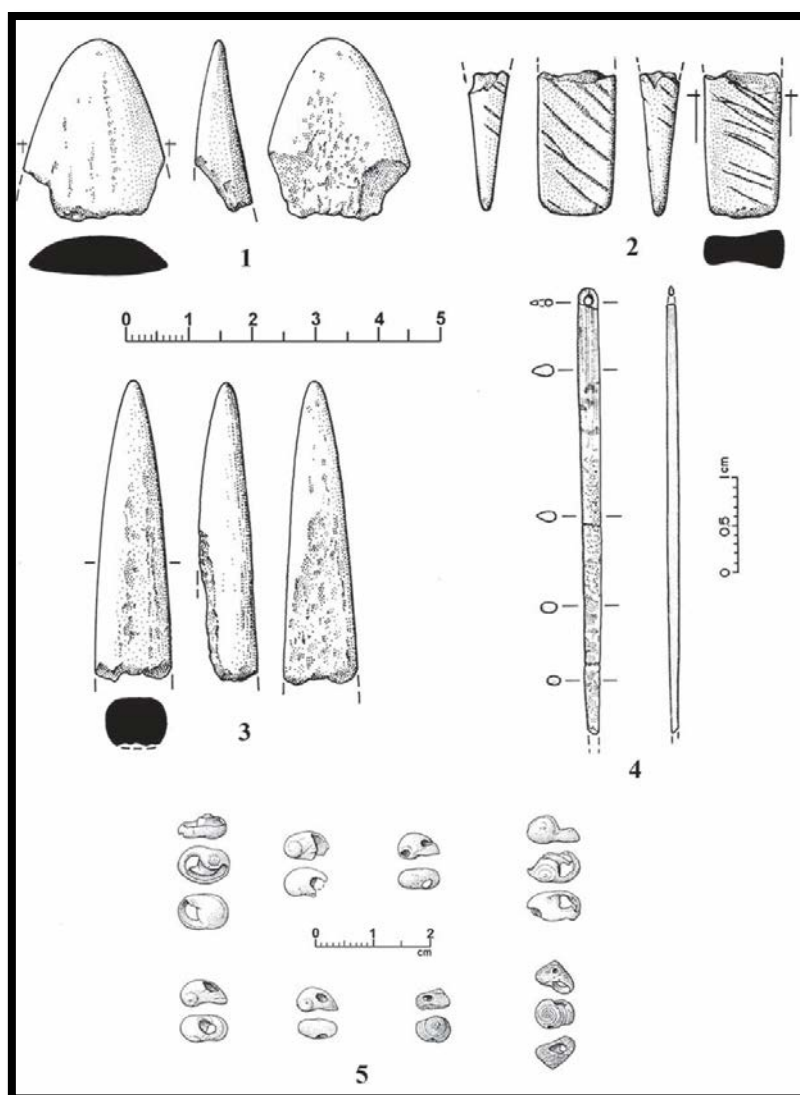
La *Capra pirenaica* es la especie dominante del conjunto, lo que no sorprende debido a la situación escarpada del lugar en el que se sitúa el yacimiento. También se han documentado otras especies de herbívoros, como *Cervus elaphus* y *Bos primigenius*, presentes en cantidades muy inferiores, pero que denotan la explotación ocasional de un ámbito más amplio (espacios de praderío y pequeños bosques) más allá del entorno inmediato al yacimiento, mucho más escarpado.

Los carnívoros únicamente aparecen con dos ejemplares de *Canis lupus*. La mesofauna está representada por *Oryctolagus cuniculus* y *Lepus europaeus*. Así mismo, también se han documentado dos evidencias de ictiofauna (dos vértebras de *Salmo trutta* en el relleno de la EC29), muestra de un aprovechamiento de los peces del río Segre (Mangado *et al.* 2007: 59).

#### 9.1.5 Los elementos en materias duras animales del Magdaleniense

Los elementos realizados en materias duras animales correspondientes al Magdaleniense de la Cova del Parco se pueden dividir en dos grandes grupos: la industria sobre hueso y asta y la malacología (fig. 302).

En relación al primer grupo, en el nivel II se han recuperado hasta 100 elementos atribuidos a industria ósea (Fullola *et al.* 2012). Entre ellos destacan fragmentos de alisadores, diversas varillas técnicas, fragmentos de azagaya, dos de los cuales de doble bisel, y fragmentos de aguja, una de ellas en proceso de reparación (Mangado *et al.* 2007: 58). La identificación en el registro de agujas en proceso de fabricación y de diversas varillas técnicas sobre asta nos permite hablar de un proceso de fabricación *in situ*, al menos en parte, de la industria en materias duras animales (Tejero 2005, Tejero y Fullola 2006, Tejero *et al.* 2009, Mangado *et al.* 2014).



**Fig. 302** - Industria sobre materias duras animales del Magdaleniense de la Cova del Parco: 1) Alisador, 2 y 3) Azagayas, 4) Aguja, 5) Malacología perforada. Fuente: Mangado *et al.* 2007: 57.

En lo que concierne a la malacología, se han recuperado alrededor de cien gasterópodos perforados antrópicamente para ser utilizados como elementos de adorno (Fullola *et al.* 2012). Entre las especies identificadas destacan 56 *Homalopoma sanguineum*, especie estrictamente mediterránea, 9 *Cyclope neritea*, 85 *Cyclope sp.* y 28 elementos de especie fluvial, *Teodoxus fluviatilis*. Sólo algunos ejemplares se hallan enteros, estando la mayor parte fragmentados (Tejero *et al.* 2009). Los principales bivalvos y escafópodos recuperados son 2 *Clamys sp.*, 5 *Pecten sp.*, 2 *Dentalium vulgare* y 5 *Dentalium sp.*

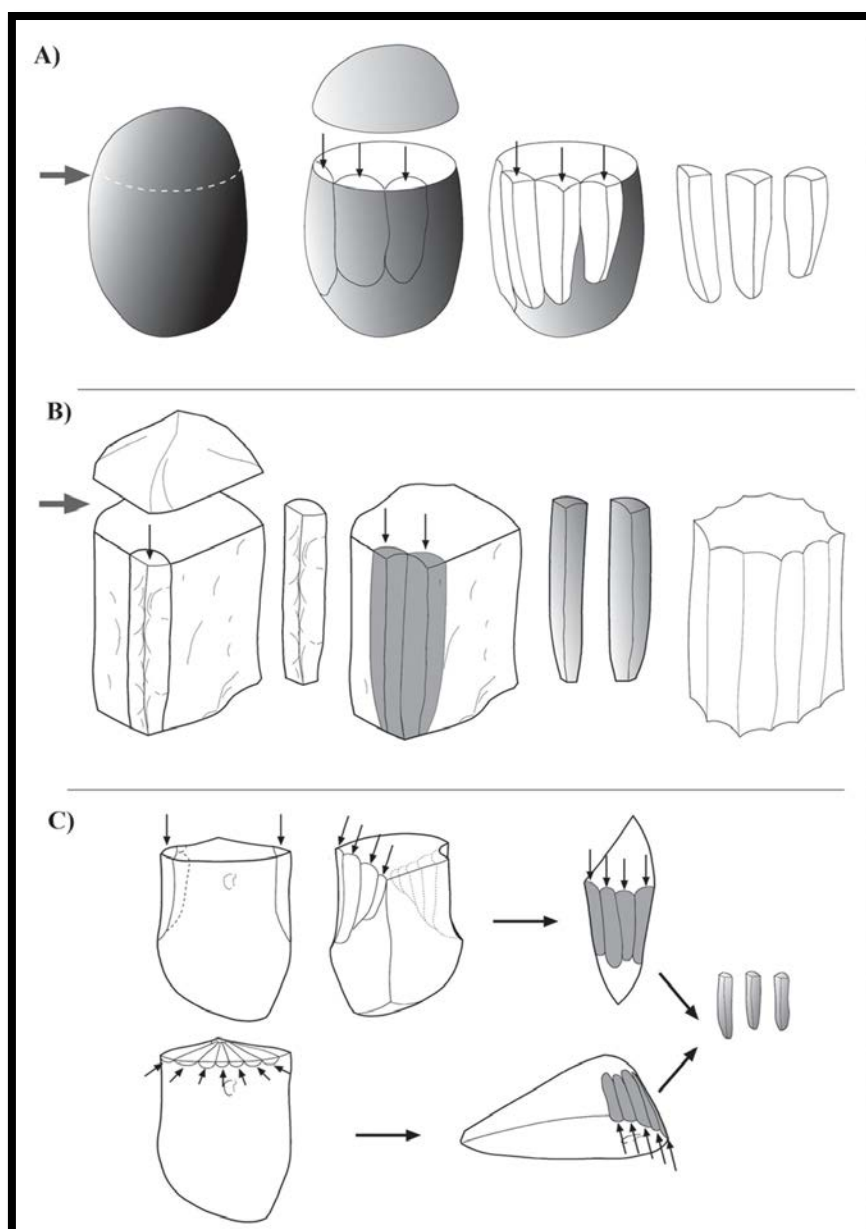
### 9.1.6 La industria lítica del Magdaleniense: estudios tecnológicos

En relación a las cadenas operativas líticas documentadas durante las ocupaciones magdalenienses de la Cova del Parco, la talla laminar es la estrategia más empleada, a pesar de identificar, de manera paralela, algún esquema operativo orientado hacia la producción autónoma de lascas, fenómeno de carácter más esporádico (Tejero *et al.* 2009).

Las cadenas operativas líticas laminares siguen tres procesos operativos claramente diferenciados (Langlais 2004; Mangado *et al.* 2006 en Mangado *et al.* 2007: 53) (fig. 303). En primer lugar, la talla laminar recurre a cadenas operativas que se basan en la explotación de los volúmenes de materia prima sin la configuración de una arista-guía predeterminada para iniciar la explotación, lo que resulta en una difícil estandarización de los soportes. Una variante de este esquema saca partido de la existencia de una arista-guía natural en el volumen a explotar, funcionando aquí la arista como guía natural de inicio de la explotación. Esta técnica de talla se desarrolló principalmente sobre los sílex locales del Garumniense (véase punto 9.1.8).

En una segunda secuencia operativa, la talla laminar se desarrolla a partir de la apertura de una arista-guía (lámina de cresta) que sirve para el inicio de la explotación. En este caso, el esquema operativo de talla laminar presenta una mayor dificultad, pues es necesaria una configuración previa más compleja del volumen a tallar. No es de extrañar pues, que para la elaboración de dichos soportes se empleasen materiales de una aptitud a la talla superior, como son los sílex sannoisienses de la Serra Llarga (véase punto 9.1.8).

El tercer proceso operativo documentado es la talla a partir de la explotación de soportes carenados. Esta modalidad de talla, ligada principalmente a la producción de laminitas, se estructura a partir de la adquisición de lascas o láminas carenadas. Este esquema operativo permite una alta estandarización sin la necesidad de recurrir a una configuración compleja del volumen a explotar. Dicha estrategia de talla es empleada tanto en materiales de origen garumniense local como en los sannoisienses de carácter regional.



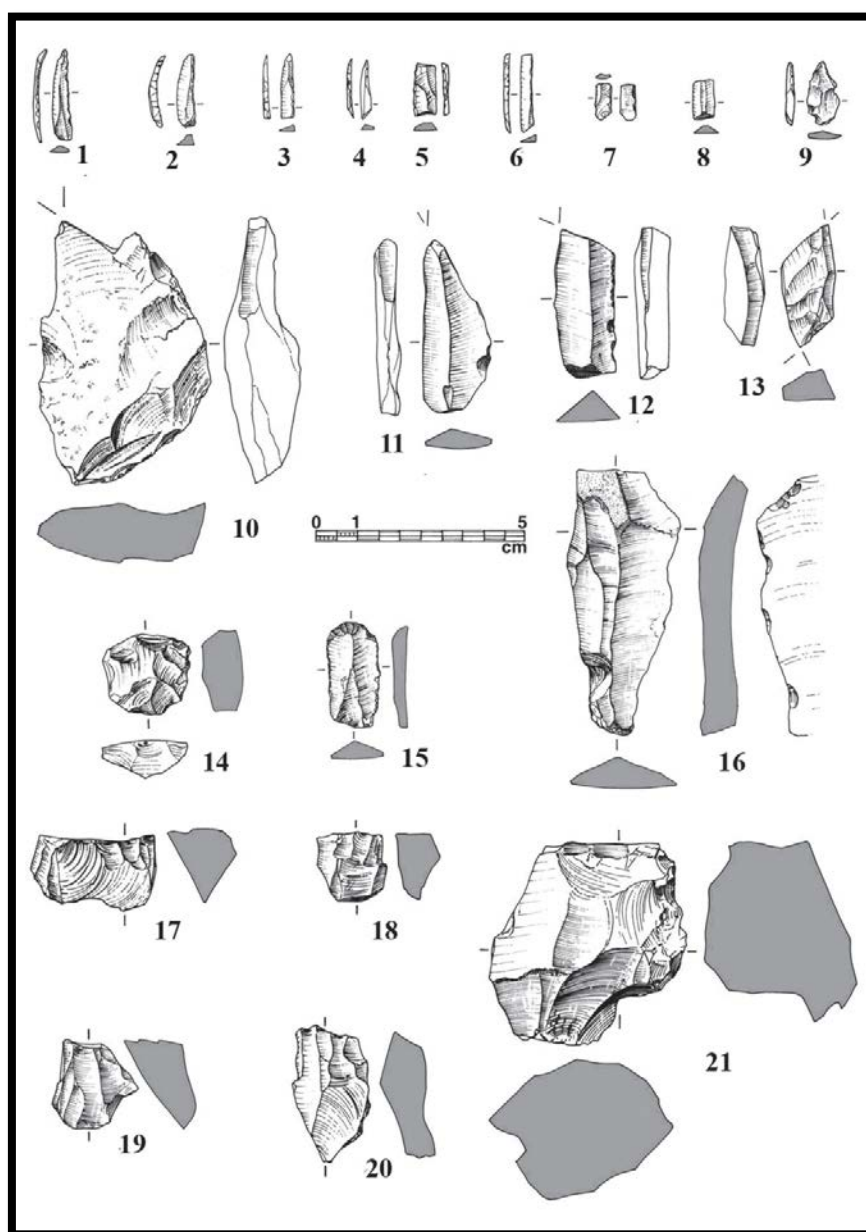
**Fig. 303** – Sistemas operativos documentados: A) Talla sin arista guía, B) Talla con arista guía a partir de una lámina de cresta, C) Talla a partir de soportes carenados. Fuente: Mangado *et al.* 2007: 54.

En lo que respecta a los elementos retocados<sup>21</sup>, se observa un predominio de los tipos primarios de retoque abrupto (42,5%), seguido de los núcleos (22,9%) -entre los que predominan morfologías piramidales y prismáticas- y de los elementos de retoque simple (21,1%). La presencia de buriles (12,9%) pone de manifiesto el trabajo del hueso, constatado también gracias a la recuperación en el yacimiento de soportes óseos

<sup>21</sup> Los datos corresponden a la totalidad de restos líticos exhumados adscritos al Magdaleniense superior hasta la campaña de 2012, incluyendo datos del sector abrigo y cueva.

en fase de elaboración, como ya hemos indicado (Tejero 2005 en Mangado *et al.* 2007) (fig. 304).

No entraremos a explicar en este apartado más características sobre la industria lítica, pues ahondaremos sobre este tema más adelante, haciendo referencia a los morfotipos más significativos en relación a los diferentes litotipos<sup>22</sup> identificados.



**Fig. 304** – Industria lítica representativa del Magdaleniense superior de la Cova del Parco: 1-7) Elementos de dorso; 8) Truncadura; 9) Perforador; 14 y 15) Raspadores; 16) Raedera; 17-21) Núcleos. Dibujo: R. Álvarez. Fuente: Mangado *et al.* 2007: 56.

<sup>22</sup> Recordamos que aquí usaremos el término litotipo como definitorio de un tipo de sílex que puede ser diferenciado de cualquier otro en la escala macroscópica.

### 9.1.7 La industria lítica del Magdaleniense: estudios funcionales

Los análisis funcionales han permitido documentar el trabajo de diversos materiales que se llevaron a cabo en el yacimiento. El trabajo de la piel (fresca y seca) es el más documentado, en el que se han empleado el mayor tipo de útiles (raspadores, raederas, buriles y piezas no retocadas) y el que presenta una mayor diversidad de actividades laborales (raspar, cortar, alisar, perforar...). El análisis funcional ha permitido evidenciar las diferentes fases de la cadena operativa del procesado de la piel.

El trabajo sobre material óseo es la segunda actividad en importancia, pero en este caso se ha observado una homogeneidad en su trabajo, con un predominio del buril como útil más empleado. Además, los estudios de Tejero sobre la tecnología de producción de las agujas a partir de los restos tecnológicos de fabricación de las mismas ponen de manifiesto el uso de la técnica del doble ranurado (Tejero 2005). Los resultados de este estudio permiten relacionar los útiles documentados con estas marcas con la fabricación de industria ósea.

Con porcentajes inferiores también se ha documentado el trabajo sobre carne, en el que intervienen elementos líticos no retocados, que poseen filos más cortantes y por tanto más aptos para la realización de dicha actividad (Calvo 1997, 2004).

### 9.1.8 La industria lítica del Magdaleniense: materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento

Un primer estudio arqueopetroológico fue realizado por el Dr. Mangado en el marco de elaboración de su tesis de doctorado (Mangado 2002). En él examinó las materias primas líticas de los niveles adscritos al Epipaleolítico y al Magdaleniense superior final, analizando los elementos líticos recuperados hasta la campaña de excavación del 2000. Los resultados obtenidos presentan una industria constituida casi exclusivamente por sílex, pues si bien otras materias primas fueron utilizadas en la confección del utillaje, éstas aparecen de manera testimonial. Se trata de lascas y guijarros tallados en cornubianita, posiblemente recuperada en las terrazas del río Segre, y constituyendo un aprovisionamiento de carácter local. También se debe mencionar la aparición de guijarros de granito, que aparecen termoalterados, y algunos de cornubianita sin tallar y

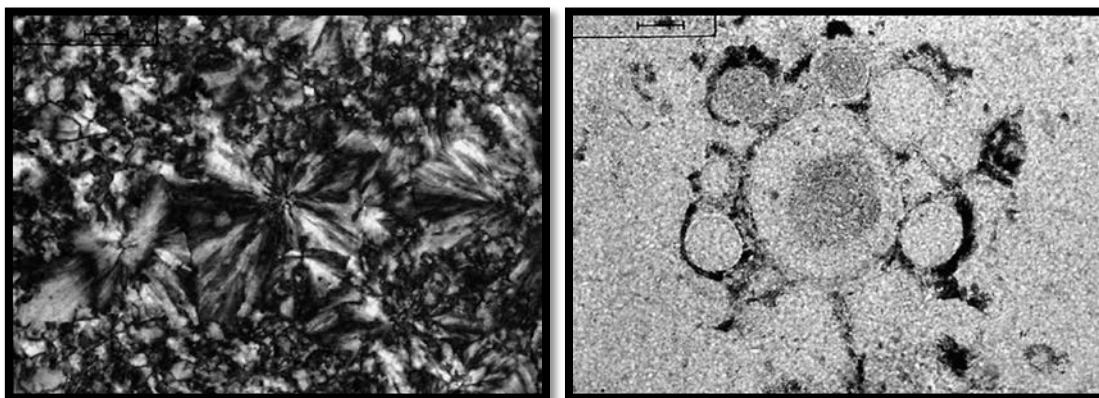
con trazas de ocre, estos últimos relacionados con el procesado de colorantes, empleados en el tratamiento de las pieles (Mangado *et al.* 2007).

En lo que concierne al sílex, y centrándonos exclusivamente en los niveles magdalenienses analizados por el Dr. Mangado, pues son el propósito de la presente tesis doctoral, la caracterización arqueopetroológica del conjunto puso de manifiesto la presencia mayoritaria de dos tipos principales de silicificaciones, claramente diferenciables macroscópicamente (Mangado 2005).

Los tipos de sílex documentados para el nivel del Magdaleniense superior final responden a dos fuentes de origen claramente diferenciadas. En primer lugar se identificaron sílex de tonalidades versicolores, generalmente claros, que macroscópicamente presentaban un grano fino o medio con abundantes inclusiones de óxidos de hierro y relictos de carbonatos y yesos. La caracterización petrográfica de estos materiales evidencia un ambiente de formación o sustitución de carácter evaporítico –presencia de hematites laminares de hábito fibroso, pseudomorfos lenticulares de yeso sustituidos por sílice y la existencia de cuarzo fibroso de elongación positiva- (fig. 305). Se localizaron sílex con idénticas características en los afloramientos asociados a calcarenitas y calizas continentales del Cretácico superior y del Paleoceno (facies Garumna de la formación Tresp) en el Prepirineo de Lleida. Estos mismos materiales fueron localizados en posición secundaria –depósitos aluviales y de vertiente- en la zona de las cuencas medias de los ríos Segre y Noguera Pallaresa. Debido a la distancia entre los afloramientos naturales y el yacimiento y a la existencia en los niveles arqueológicos de la cadena operativa completa de este tipo de sílex, con el que se confeccionó esencialmente el utillaje de base, se debe definir el aprovisionamiento como de carácter local (Mangado *et al.* 2007: 53).

El segundo litotipo identificado responde a sílex de tonalidades oscuras entre el marrón, gris y negro, que macroscópicamente presenta un grano muy fino, textura homogénea y en ocasiones estructuras sedimentarias de tipo anular (Anillos de Liesegang). La caracterización microscópica de estos materiales muestra como elementos relictos únicamente evidencias de facies sedimentarias o de reemplazamiento carbonatadas (fragmentos de bioclastos, secciones de tallos y oogonios de algas carofitas y calcedonia de elongación negativa) (fig. 306). Sílex de estas características fue localizado en la Serra Llarga, entre Castelló de Farfanya y Alfarrás, en los afloramientos asociados a

calizas lacustres de la transición Sannoisiense - Estampiense (Oligoceno), en la zona de contacto entre el ámbito subpirenaico y el valle del Ebro. La distancia entre estos afloramientos y el yacimiento, unos 40 km en línea recta, definen la modalidad de aprovisionamiento de carácter regional. Este tipo de sílex fue utilizado ampliamente en los niveles magdalenienses para la confección del utillaje cinegético (Mangado *et al.* 2007: 53).



**Figs. 305 y 306** - Calcedonia de elongación positiva en un sílex del tipo 1 (izq.) y *Charophyta algae* de un sílex de tipo 2 (dcha.). Observación al microscopio petrográfico con nícoles cruzados. Fuente: Mangado 2006.

## 9.2 Estudio arqueopetroológico de los materiales líticos del nivel II (excavaciones de 2001 a 2012)

Tras la elaboración de la tesis doctoral del Dr. Mangado, en la que analizó el material recuperado hasta la campaña de excavación del año 2000, durante las posteriores intervenciones se observó la aparición de útiles elaborados con tipos de sílex no identificados previamente o catalogados como indeterminados. Con el objetivo de caracterizar e identificar el origen de estos nuevos litotipos, decidimos analizar, en el marco de la elaboración de la presente tesis doctoral, las piezas retocadas aparecidas entre las campañas arqueológicas de 2001 y 2012 (ambas incluidas).

### 9.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

El conjunto a analizar se compone de un total de 1.659 elementos, que corresponde a la totalidad de núcleos y piezas retocadas recuperadas desde las campañas de 2001 a 2012. Todos los restos se adscriben al nivel II, definido en sus cotas superiores como



Magdaleniense superior final. La aparición durante las últimas campañas de excavación de nuevos tipos de sílex y algunos cambios tecnológicos en el registro arqueológico indican tendencias más antiguas que podrían vincularse con una fase cultural previa, el Magdaleniense superior, que se situaría a partir de una cota de -280/-290 cm y se caracterizaría por la desaparición de los triángulos escalenos alargados (Mangado *et al.* 2014).

Al distribuir los restos líticos por sectores, observamos que el 82,58% (1.370 piezas) fueron recuperados en el sector cueva del yacimiento, mientras que el 17,42% restante (289 elementos) corresponden a elementos líticos recogidos en los cuadros situados en la zona del abrigo. Esto podría deberse en parte a que en las últimas campañas se ha centrado la intervención en los cuadros del sector cueva, con cotas superiores a las del sector abrigo, y seguramente también, como resulta evidente, a la mayor ocupación antrópica del sector cueva, donde aparecen muchas estructuras de combustión y, por tanto, actividades.

El sílex es la principal litología explotada, de la misma manera que ocurre en los niveles del Magdaleniense superior final analizados por Mangado, pues únicamente hemos identificado cuatro piezas realizadas con otros materiales: un núcleo poligonal sobre cuarzo, dos núcleos (poligonal y prismático) sobre caliza y una pieza denticulada sobre caliza. Ambas materias afloran en los conglomerados del Domo de Sant Mamet y también se pueden hallar en las terrazas del río Segre, que discurre a los pies del yacimiento, por lo que posiblemente se trate de un aprovisionamiento de carácter local.

El sílex presenta *a visu* una alta variabilidad, hecho que se evidencia tras su análisis en detalle. La observación a la lupa binocular de las muestras y la caracterización petrográfica de láminas delgadas ha permitido clasificar los sílex en litotipos que presentan un contenido micropaleontológico y de inclusiones específico, distribuidos en porcentajes desiguales (fig. 307).

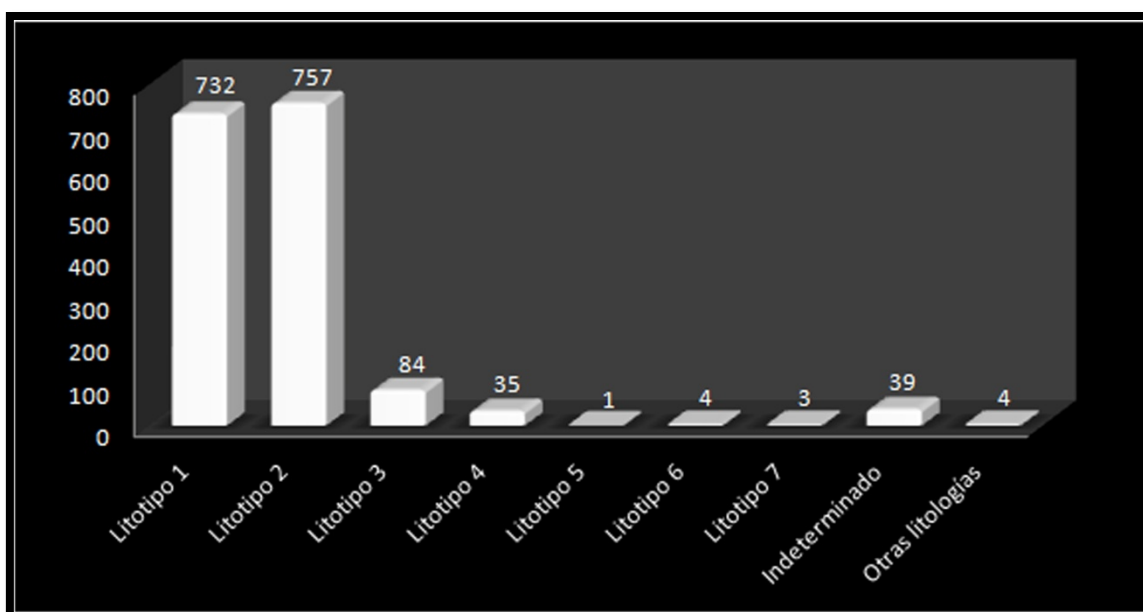
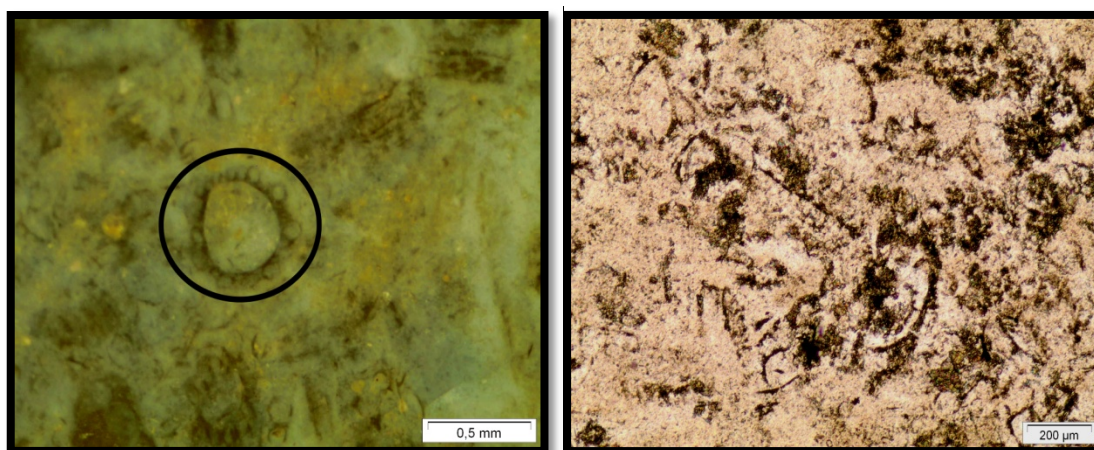


Fig. 307 – Distribución del sílex en función de los litotipos identificados.

### 9.2.1.1 Litotipo 1

Un total de 732 piezas (44,12% del conjunto estudiado) se adscriben al litotipo 1, definido como sílex procedentes de una facies sedimentaria continental lacustre. Éstos ya fueron descritos por Mangado en su estudio arqueopetroológico, por lo que únicamente recordaremos que a nivel macroscópico estos litotipos presentan texturas heterogéneas en las que las secciones de algas carofitas (figs. 308 y 309) y en menor medida las de gasterópodos lacustres constituyen los elementos más característicos, y a escala microscópica un mosaico de microcriptocuarzo es el elemento mayoritario, junto con sílice fibrosa de elongación negativa, ésta presente en porcentajes reducidos.



Figs. 308 y 309 – Secciones de algas carofitas observadas a la lupa binocular (izq.) y al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.) en sílex del litotipo 1.

En lo referente al aprovisionamiento de este tipo de sílex (fig. 310) quisiéramos apuntar que además de la posible equivalencia con los sílex encajados en las calizas margosas de la Formación Castelltallat, del Estampiense, cuyo afloramiento localizado más próximo al yacimiento se sitúa a algo más de 20 km al SW, este litotipo también podría estar relacionado con los sílex lacustres del Maastrichtiense (facies lacustre de la Formación Tresp) que afloran en estas primeras cordilleras prepirenaicas próximas al Montsec (Sánchez y Mangado en Montes y Domingo 2013). Hemos localizado un afloramiento de este tipo de sílex en las proximidades de la Cova del Parco, cuya explotabilidad en este caso es nula debido a la escasez de material. Así, los depósitos con material más próximos a la cueva son a día de hoy los localizados en la Sierra de la Carrodilla, a unos 40 km al oeste, pero debemos proseguir con la prospección de campo pues este material podría aflorar en puntos más próximos a la Cova del Parco según se refleja en la cartografía geológica.

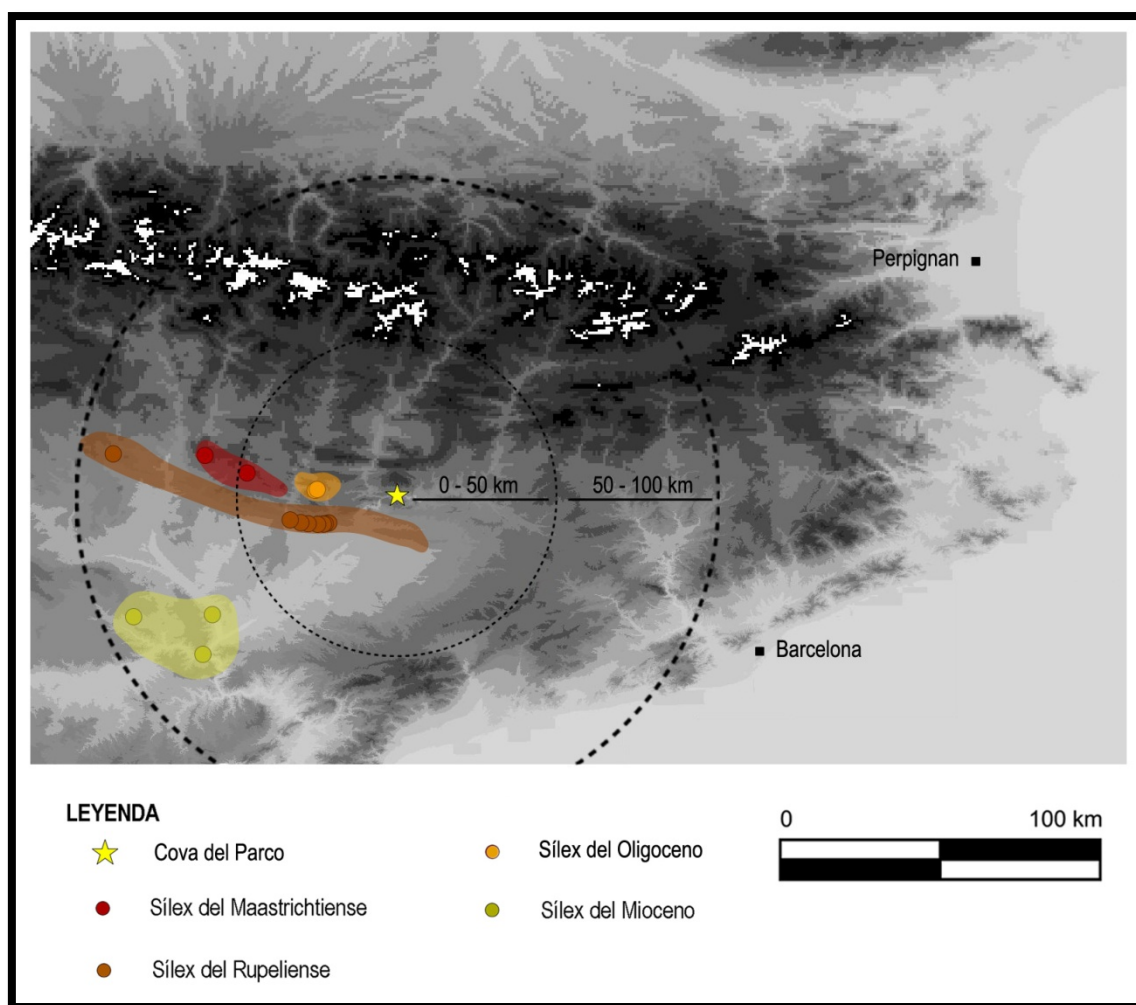


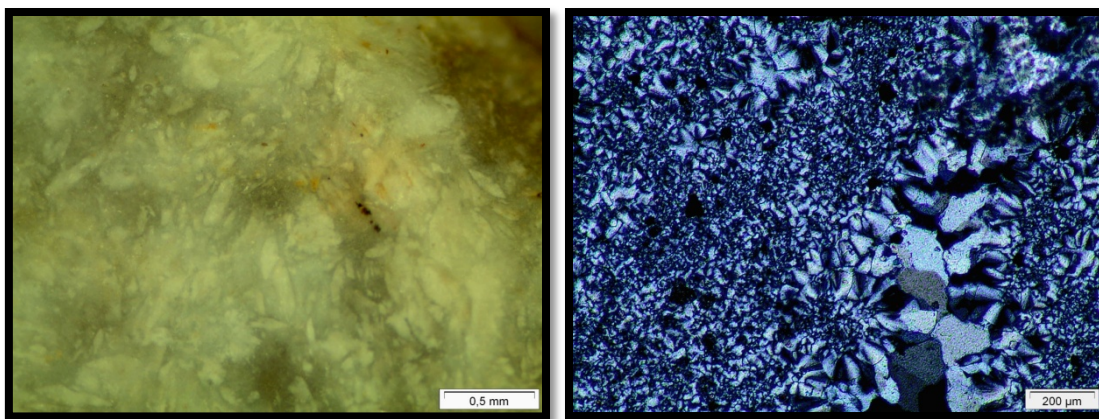
Fig. 310 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de la Cova del Parco.

Además, debemos tener en cuenta las formaciones de calizas con accidentes silíceos del Mioceno que constituyen el relleno de la cuenca del Ebro y presentan abundantes accidentes silíceos en la orilla occidental del río Cinca, cerca de las poblaciones de Fraga, Ballobar y Mequinenza. En este caso, los afloramientos más cercanos se localizarían a unos 65 km al suroeste de la Cova del Parco.

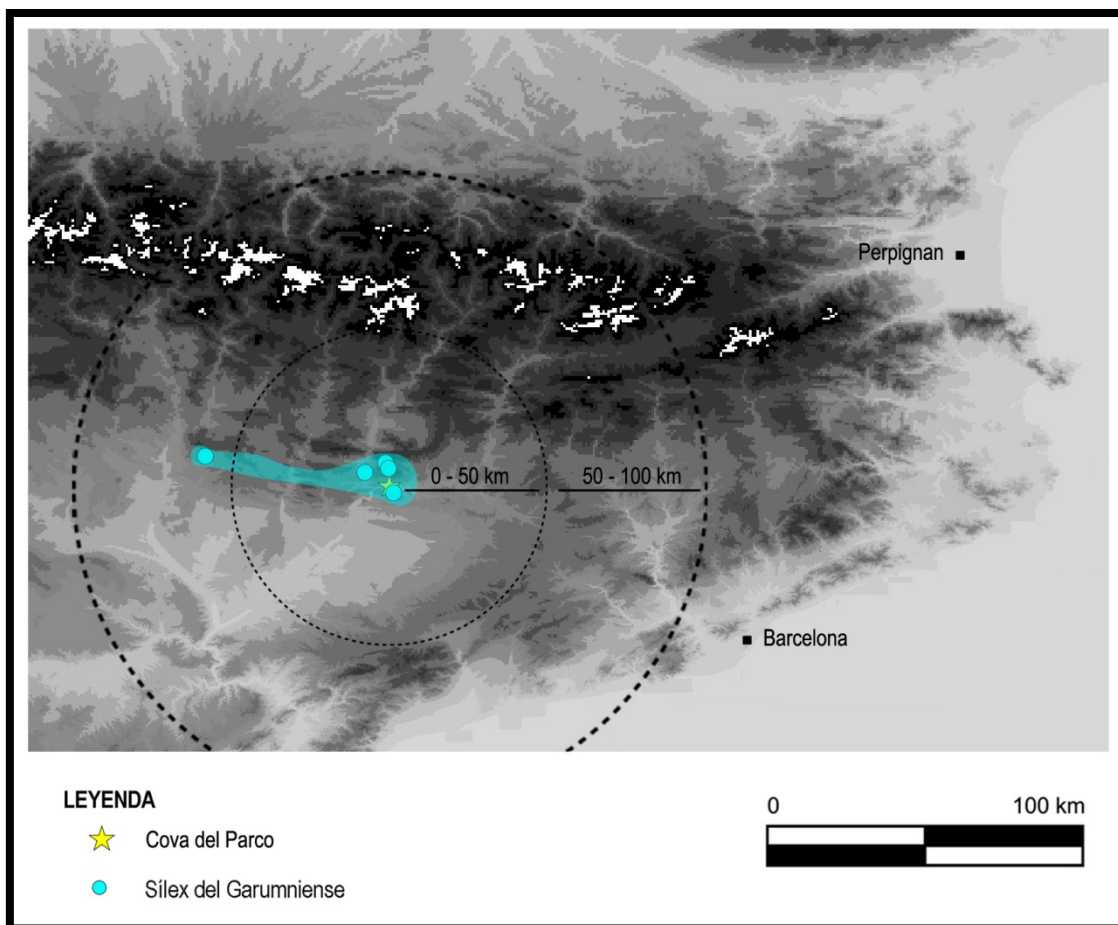
#### 9.2.1.2 Litotipo 2

El segundo litotipo lo integran sílex formados en un ambiente continental lacustre evaporítico. Es el más representado en lo que a número de ejemplares se refiere, con un total de 757 elementos (45,63% del total). Se corresponde con el tipo primero de los identificados por Mangado, con características idénticas a los sílex del Garumniense que afloran en el Prepirineo (ausencia de elementos bioclásticos, presencia de pseudomorfos lenticulares de yeso, calcedonia de elongación positiva y cementaciones abundantes de megacuarzo) (figs. 311 y 312).

Durante las prospecciones de campo realizadas en el marco del estudio de los materiales líticos de la Cova Alonsé (Sánchez y Mangado en Montes y Domingo 2013) localizamos un taller de sílex en un afloramiento de calizas del Garumniense situado en las proximidades del municipio de Alins del Monte. Este depósito de sílex se sitúa a 50 km en línea recta al oeste de la Cova del Parco (fig. 313). Si sumamos a este dato el hecho de que Mangado localizó diversos puntos de afloramiento de sílex en las proximidades del yacimiento, probablemente el aprovisionamiento se hiciera en los puntos más cercanos a la cueva, siendo por tanto de carácter local, ya que en el yacimiento se documenta la totalidad de la cadena operativa lítica. Sin embargo, no podemos descartar el taller de Alins como fuente de aprovisionamiento, pues cabe recordar que el sílex afloraba en grandes nódulos y generalmente de una alta aptitud a la talla. Además, debemos tener presente que estamos ante grupos nómadas que frecuentaban un amplio territorio a lo largo de su ciclo de movilidad. Sin duda, el empleo de técnicas analíticas de alta precisión es clave para poder precisar más allá de la identificación de las formaciones explotadas.



**Figs. 311 y 312** – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular (izq.) y textura con micro y megacuadro vista al microscopio petrográfico con nículos cruzados (dcha.) en dos sílex del tipo 2.



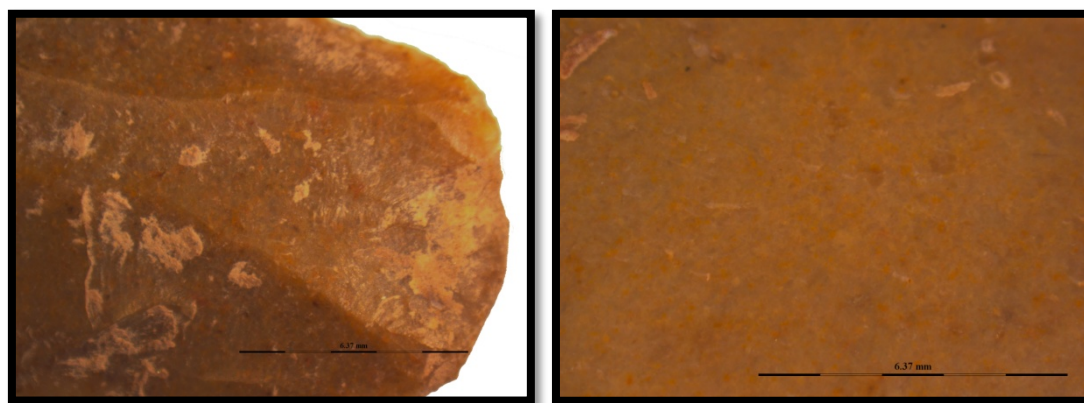
**Fig. 313** – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de la Cova del Parco.

Además de los litotipos descritos por Mangado, como ya se ha puesto de manifiesto en las últimas publicaciones sobre el yacimiento (Mangado *et al.* 2007), durante los trabajos de investigación actuales se ha observado la aparición de nuevos litotipos que a continuación definimos. Hemos identificado un total de cuatro grupos de sílex, todos

procedentes de una facies sedimentaria marina, pero con las características suficientes para ser diferenciados unos de otros.

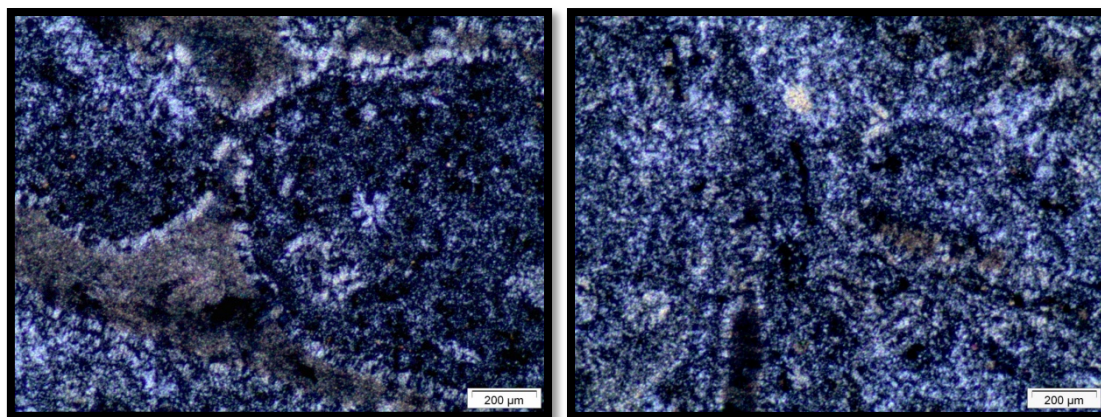
### 9.2.1.3 Litotipo 3

El primero de los nuevos litotipos explotados lo constituyen sílex de grano fino y superficie lisa de coloración de marrón medio a anaranjada. La textura es de tipo *packstone*, con abundantes inclusiones de óxidos metálicos, relictos de componentes terrígenos (granos de cuarzo detrítico) y espículas de esponja y en menor medida secciones de pequeños foraminíferos como principal contenido micropaleontológico (figs. 314 y 315).



**Figs. 314 y 315** – Aspecto textural a la lupa binocular de los sílex del tipo 3.

La aparición de este nuevo tipo de sílex, muy característico *a visu*, ha llevado al equipo de investigadores que trabajan en la Cova del Parco a denominarlo como *sílex pigat* debido al aspecto moteado que proporcionan la abundancia de gránulos de hematites y cuarzo detrítico. Un total de 84 piezas (5,07% del conjunto) se adscriben a este litotipo, que a nivel microscópico muestra un mosaico de microcriptocuarzo como textura principal (figs. 316 y 317) y de manera residual esferulitos de calcedonia de elongación negativa. En lo que a componentes no silíceos se refiere, se observan cementaciones de carbonato y óxidos metálicos y distribuidos por toda la lámina se reconocen gránulos de hematites y elementos detríticos (gránulos angulosos y subangulosos de cuarzo). Pese a que se reconocen abundantes secciones de componentes esqueléticos de origen carbonatado, el pésimo estado de conservación de éstos no posibilita su identificación precisa.

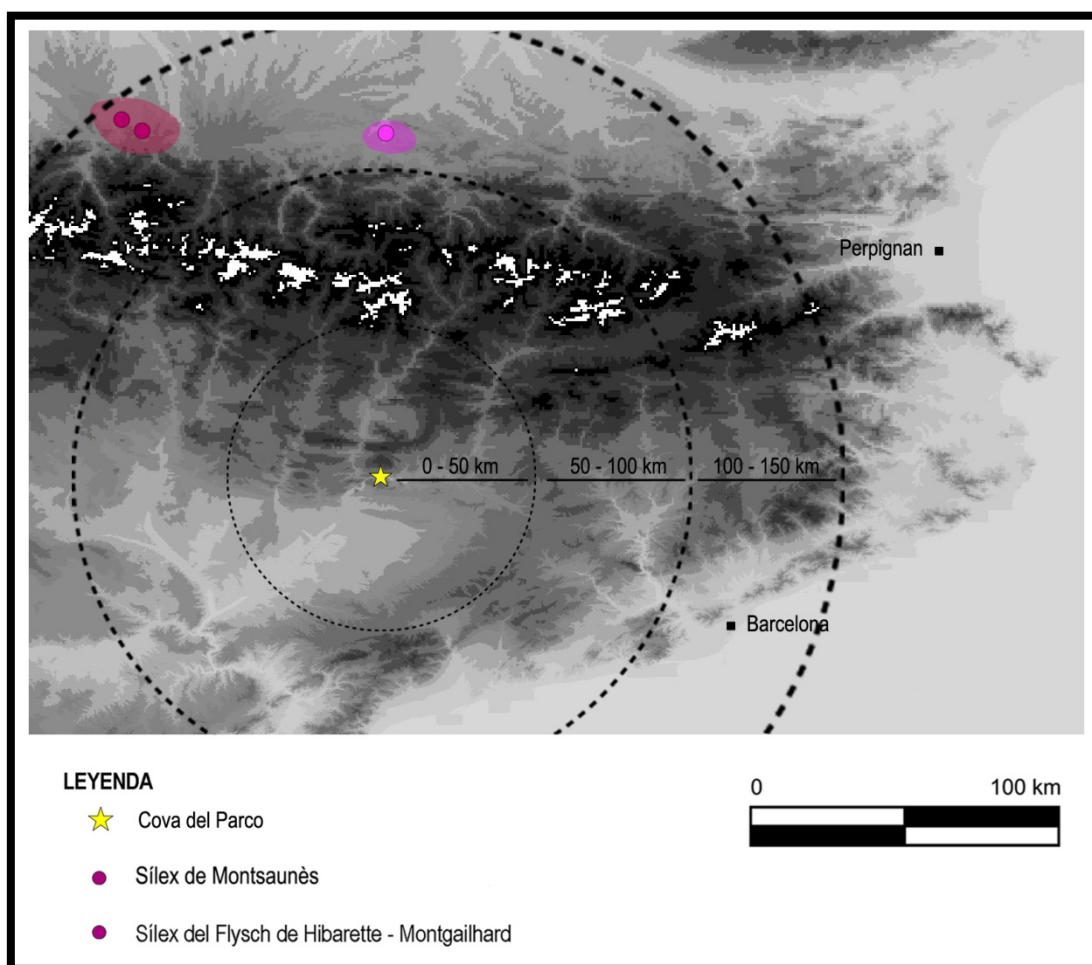


**Figs. 316 y 317** – Textura de microcuarzo con relictos de micrita observadas al microscopio petrográfico con nícoles cruzados en sílex del litotipo 3.

Estos sílex presentan paralelos con dos formaciones del Cretácico superior que afloran en la vertiente norte del Pirineo central. Se trata de los sílex del Flysch de Hibarette – Montgaillard, datados del Campaniense-Maastrichtiense, y los sílex del Maastrichtiense que afloran en las calizas Nankin en las proximidades de Montsaunès. Son dos silicificaciones con características comunes (abundancia de óxidos metálicos, cristales de cuarzo detrítico y espículas silíceas de esponja) siendo la única diferencia la existencia de macroforaminíferos, que únicamente ha sido atestiguada en los sílex del Maastrichtiense de Montsaunès. La totalidad de los sílex adscritos al litotipo 3 presentan los caracteres comunes de ambas formaciones, y en algún caso se han observado secciones de bioclastos que no ha sido posible determinar. Los resultados de las láminas delgadas tampoco permiten discernir en si se explotaron ambas formaciones o tan sólo una de ellas, motivo por el cual debemos proponer ambas como fuentes potenciales de haber sido explotadas por los grupos magdalenienses que se asentaron en la Cova del Parco.

En todo caso, estaríamos ante un sílex cuyas fuentes de aprovisionamiento se sitúan a más de 150 km en línea recta al noroeste del yacimiento (sílex del Flysch de Hibarette – Montgaillard) y a más de 130 km al norte para los afloramientos de Montsaunès. Además debemos tomar en consideración que entre dichos afloramientos y el yacimiento de la Cova del Parco se encuentra el macizo pirenaico, por lo que estaríamos ante un sílex de procedencia exógena cuyo aprovisionamiento es de larga distancia y que además nos indica la existencia de una circulación de materiales, al menos en sentido Norte-Sur, a través de los Pirineos (fig. 318). Más adelante abordaremos el caso

en detalle teniendo en cuenta el tipo de piezas que aparecen de este litotipo y la situación de estos sílex en planta y sección en el yacimiento.



**Fig. 318** – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de la Cova del Parco.

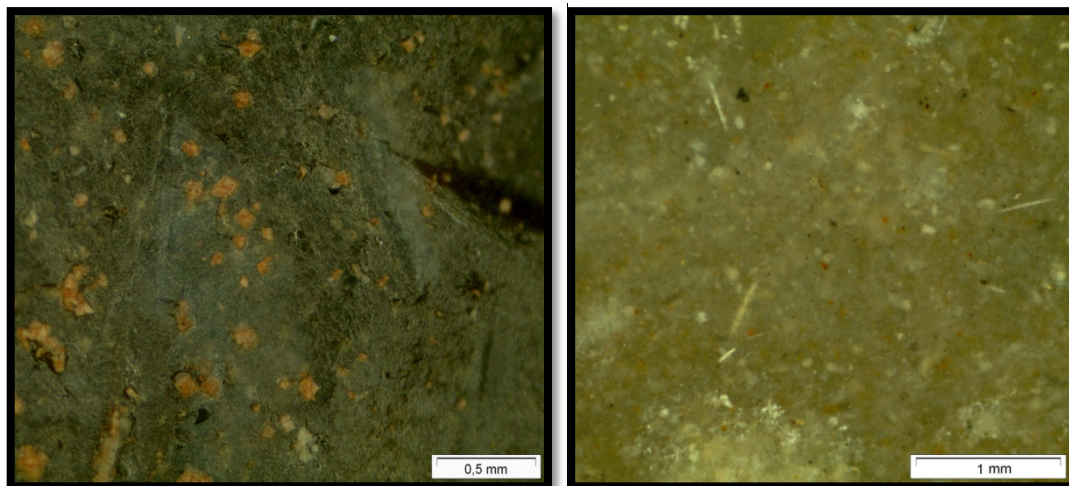
#### 9.2.1.4 Litotipo 4

Treinta y cinco piezas (2,11% del conjunto) se han adscrito a un nuevo litotipo (tipo 4) no identificado en estudios previos. Estos sílex presentan una coloración oscura en la escala de los negros, con una aptitud a la talla generalmente alta y un contenido en inclusiones muy característico, entre los que destacan los cristales romboédricos de calcita o dolomita, algunos erosionados (fig. 319), probables elementos relicto de materia orgánica y abundantes secciones de espículas de esponja (fig. 320) y placas de equinodermo.

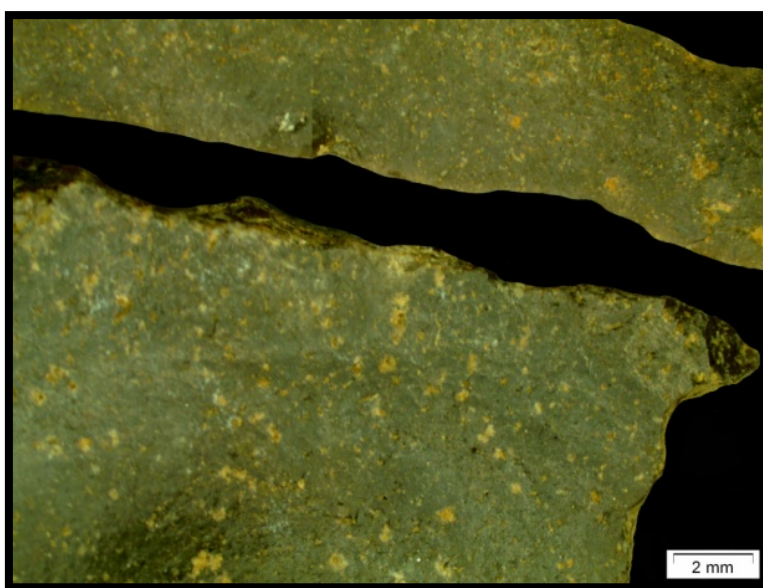
Debido al reducido tamaño de las piezas no ha sido posible elaborar láminas delgadas de este tipo de sílex, pero la similitud macroscópica es tal (fig. 321) que no hay



confusión posible para relacionar estos sílex con las muestras recuperadas de la Formación Agua-Salenz y su equivalente al este (Formación Pardina), que afloran a algo más de 45 km en la cuenca del Noguera Pallaresa (Formación Pardina) y a 65 km en el sur del Turbón (Formación Agua-Salenz), entre los ríos Ésera e Isábena (fig. 322).



**Figs. 319 y 320** – Cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y espículas silíceas (dcha.) observados en a la lupa binocular en dos sílex del tipo 4.



**Fig. 321** – Vista con lupa binocular de un sílex del tipo 4 (sup.) y un sílex de la Formación Agua-Salenz (inf.).

No podemos precisar en estos momentos de la investigación el punto de captación, pero la alta tectonización observada en las muestras de la cuenca del Noguera Pallaresa y el hallazgo de un taller en los afloramientos al sur del macizo del Turbón hacen que nos

decantemos por la existencia de un aprovisionamiento extra-regional de sílex de la Formación Agua-Salenz para este litotipo.

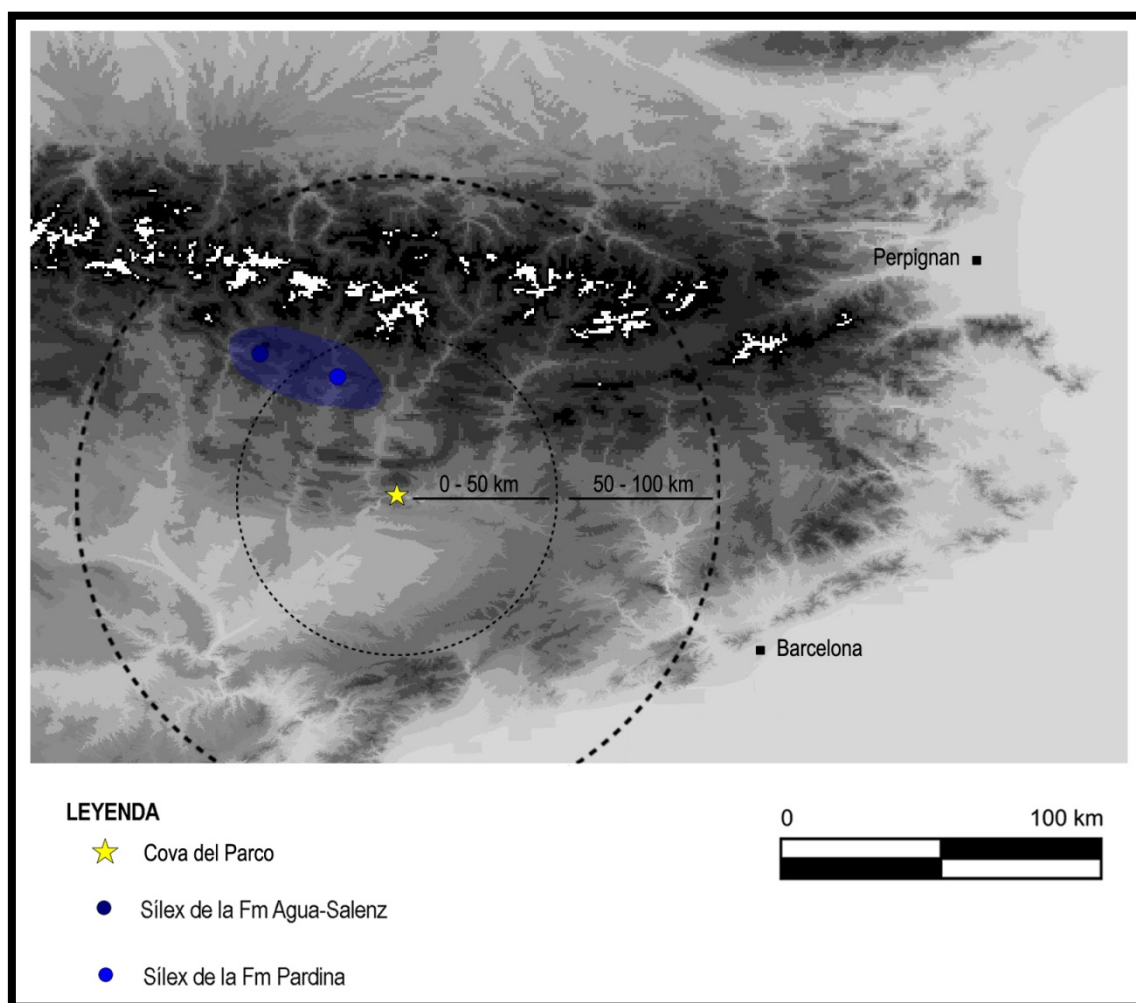
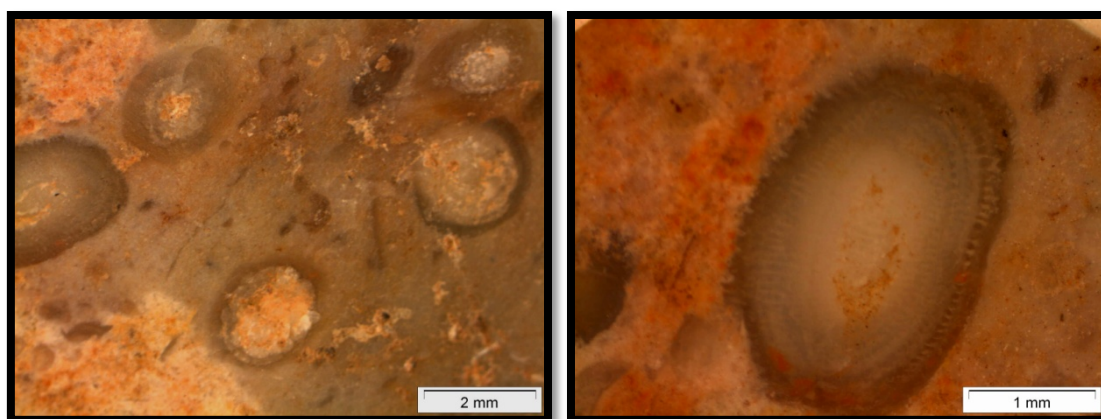


Fig. 322 – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de la Cova del Parco.

#### 9.2.1.5 Litotipo 5

Únicamente una pieza se adscribe a este quinto litotipo. Ésta posee unas características que la hacen única en el conjunto de materiales estudiados de la Cova del Parco. Se trata de un núcleo piramidal de tonalidades marrones que a nivel macroscópico presenta una textura de tipo *packstone* con óxidos metálicos y relictos carbonatados como principales inclusiones. El contenido micropaleontológico se caracteriza por la presencia de foraminíferos del orden de los miliólidos (secciones de alveolínidos) (figs. 323 y 324). Este sílex posee un grano fino y una superficie lisa, siendo alta la aptitud a la talla.

A día de hoy no ha sido posible encontrar paralelos de este tipo de sílex con las formaciones geológicas estudiadas, tanto en la vertiente sur como en la vertiente norte de los Pirineos, pero la presencia de únicamente una pieza de estas características y la ausencia de caracteres similares en las formaciones con accidentes silíceos estudiadas, nos lleva a pensar que estamos ante un posible sílex de procedencia exógena fruto de un aprovisionamiento extra-regional o bien de un intercambio entre grupos.

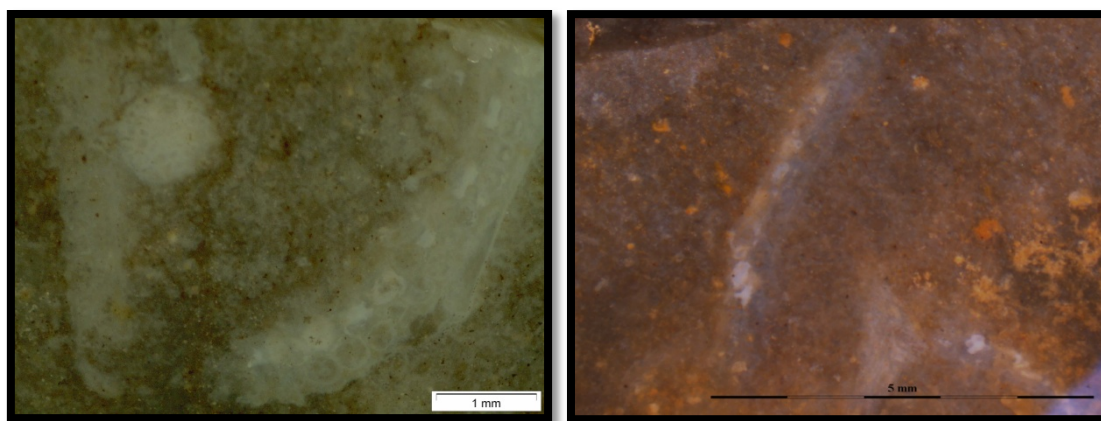


**Figs. 323 y 324** – Secciones de alveolínidos observadas a la lupa binocular en el sílex del litotipo 5.

#### 9.2.1.6 Litotipo 6

El litotipo 6 está formado por cuatro piezas con una estrecha relación entre sí. Se trata de un núcleo poligonal y tres piezas retocadas (dos láminas de dorso y una raedera) con idénticas características macroscópicas. De grano fino y superficie lisa, estos sílex presentan una distribución moteada del color, que es oscura, y una textura de tipo *packstone*. Las inclusiones de óxidos metálicos, relictos carbonatados y posible materia orgánica son abundantes y se observan secciones de briozoos (figs. 325 y 326).

No conocemos en estos momentos de qué formación podrían proceder los sílex adscritos al litotipo 6, pero podemos precisar que no presentan paralelos con las formaciones con accidentes silíceos que han sido estudiadas tanto para la vertiente sur como la vertiente norte de los Pirineos. Así, de la misma manera que hemos expuesto para el caso del litotipo 5, pensamos que estos sílex pudieron llegar al yacimiento fruto de un aprovisionamiento extra-regional o bien de un intercambio entre grupos.

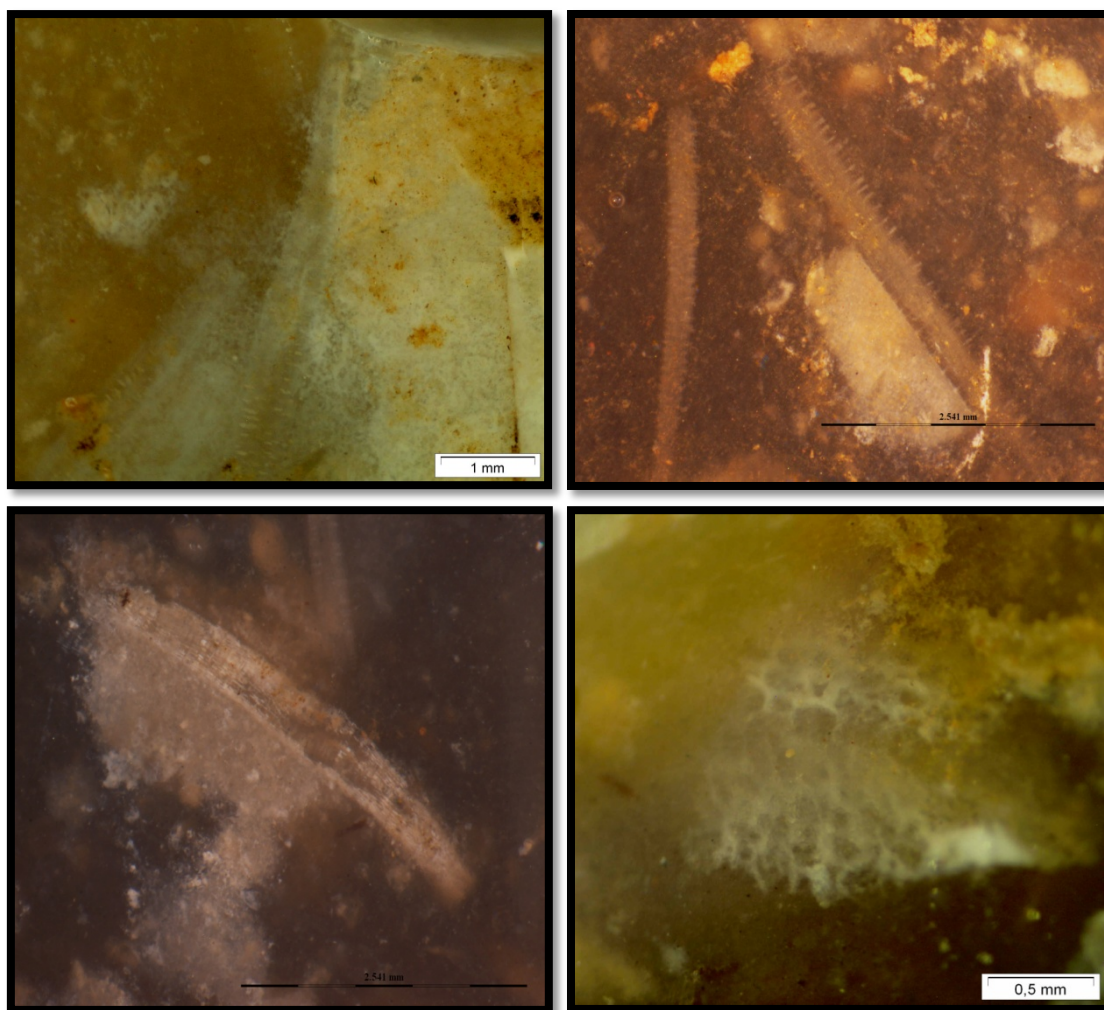


Figs. 325 y 326 – Secciones de briozoos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 6.

#### 9.2.1.7 Litotipo 7

Tres piezas del conjunto analizado del Magdaleniense de la Cova del Parco han sido definidas como pertenecientes a un nuevo litotipo, pues poseen unas características que nos obligan a atribuirles a un nuevo tipo de sílex no identificado previamente. Como decíamos, se trata de tres piezas, que a nivel tipológico han sido definidas como dos raspadores y un buril. Las tres poseen un grano fino y una superficie lisa que les confiere una alta aptitud a la talla. La coloración tiende hacia tonalidades marrones a verdosas y a escala macroscópica presentan una textura de tipo *packstone*. Las principales inclusiones son los óxidos metálicos y los relictos carbonatados, y el contenido micropaleontológico se caracteriza por poseer una gran concentración de grandes foraminíferos bentónicos (secciones de *Lepidorbitoides* sp.) y briozoos (figs. 327 a 330).

Debido al tamaño reducido de las piezas adscritas a este litotipo, pero también al hecho de tratarse de ejemplares únicos en el conjunto, no hemos podido realizar análisis más precisos, puesto que ha prevalecido ante todo la conservación de dichos vestigios. Así, sobre el análisis macroscópico realizado, ha sido posible relacionar estos sílex con un tipo de silicificación previamente estudiada para la contextualización geológica del estudio. Los paralelos del litotipo 7 cabe buscarlos en los sílex conocidos como Chalosse, situados sus afloramientos en el departamento de las Landas, en la región de Aquitania y en la vertiente norpirenaica. Estamos ante unos ejemplares cuyas características son muy similares a las que presentan los sílex de los afloramientos de Audignon, cuyas particularidades han sido definidas previamente en el capítulo quinto.

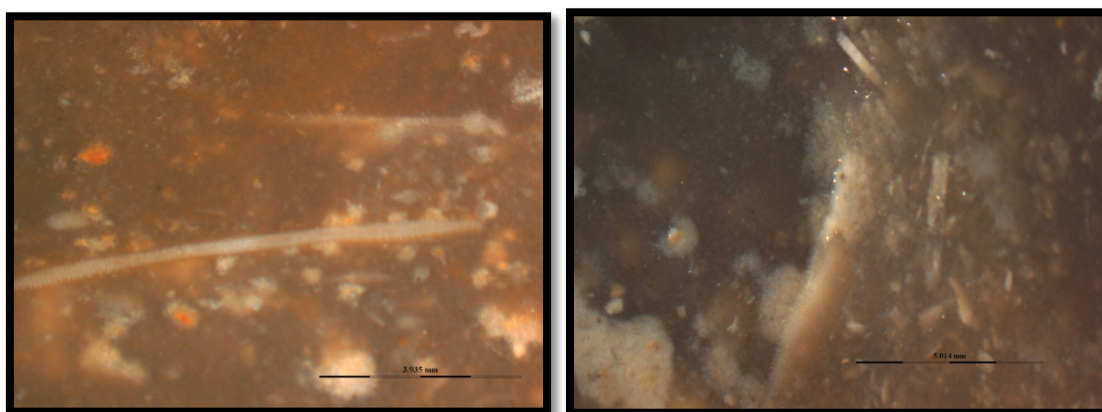


**Figs. 327 a 330** – Secciones de *Lepidorbitoides* observadas a la lupa binocular en las tres piezas adscritas a este litotipo (figs. sup e inf. izq.) y briozoo (inf. dcha.) presente igualmente en los sílex del litotipo 7.

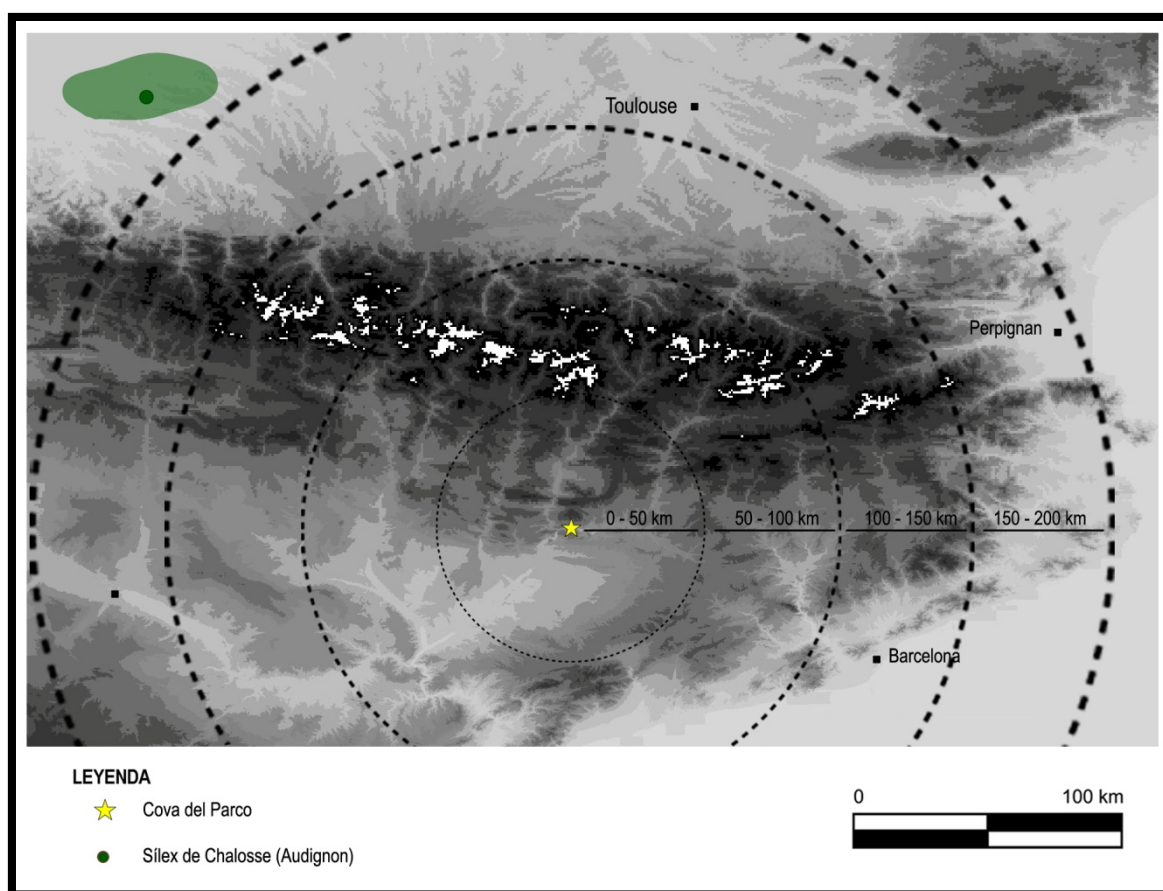
Los ejemplares adscritos al litotipo 7 pueden relacionarse directamente con los sílex de Chalosse, más exactamente con los ejemplares que afloran en las cercanías de Audignon (figs. 331 y 332), pues, pese a hallar otros sílex con lepidorbitoides en áreas más próximas a la Cova del Parco (véase la Formación Bona o los sílex maastrichtienses de Montsaunès, en la vertiente norpirenaica y en la región de Midi-Pyrénées), éstos no presentan las particularidades observadas en los sílex de Audignon y el litotipo 7 de la Cova del Parco.

Estaríamos pues, ante un aprovisionamiento que podríamos definir como extra-regional, en el que el área de captación de la materia en posición primaria se hallaría a más de 200 km al noroeste del yacimiento (fig. 333), en la otra vertiente de la Cordillera Pirenaica. No obstante, y como expusimos en el capítulo quinto, sílex de Chalosse fueron hallados en los talleres de sílex de Hibarette – Montgaillard, en la vertiente norte

del Pirineo central, donde afloran los sílex del Flysch, también susceptibles de haber sido explotados por los magdalenienses de la Cova del Parco. Sobre estos aspectos profundizaremos más adelante, pero en todo caso nos hallamos ante otro ejemplo de un cruce de materiales, al menos en sentido Norte-Sur, a través de los Pirineos durante el Magdaleniense.



**Figs. 331 y 332** – Vista a la lupa binocular de *Lepidorbitoides* sp. en dos sílex de Chalosse recuperados en Audignon. Muestras de la Litoteca Toulouse – Midi-Pyrénées.



**Fig. 333** – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 7 de la Cova del Parco.

## 9.2.2 Relación de datos tras la caracterización arqueopetroológica

Definidos los litotipos es de gran interés observar la variabilidad de algunos parámetros macroscópicos como la medida del grano, la presencia de córtex, alteraciones o la relación con las estructuras de combustión en los diferentes tipos de sílex.

### 9.2.2.1 Medida del grano

En lo referente a la medida del grano, observamos que los sílex adscritos al grupo 1 (ambiente sedimentario continental lacustre) son los que presentan una mayor aptitud a la talla, pues el grano oscila entre fino y muy fino y tienden a poseer superficies con escasas rugosidades. Los sílex adscritos a facies marinas (litotipos 3 a 7) también poseen un grano fino, por lo que la aptitud a la talla de los mismos es elevada. Sin embargo, aquellos pertenecientes al litotipo 2 y originados en un ambiente sedimentario evaporítico son los que presentan un grano más grueso cuyas superficies son más irregulares, debido principalmente a la existencia de fisuras. De este modo, los sílex del tipo 2 serían los de menor aptitud a la talla.

### 9.2.2.2 Presencia de córtex

En lo que concierne a la presencia de córtex, es interesante observar las variaciones existentes en función de los tipos de sílex (fig. 334). Si bien en la mayor parte de los casos predominan las piezas no corticales, detectamos diferencias en lo que al porcentaje cortical se refiere. Dejando al margen los grupos minoritarios que presentan escasez de elementos (tipos 5, 6 y 7), en el caso de los sílex más representados (tipos 1 y 2) observamos que en los originados en un ambiente evaporítico (tipo 2) la presencia de córtex es más destacada que en los formados en una facies lacustre (tipo 1) (23,25% frente a un 12,98%). Los sílex del tipo 3 (sílex *pigat*) son los que presentan un mayor porcentaje de elementos corticales (sin tener en cuenta los litotipos 5 y 7), mientras que los sílex marinos del tipo 4 son los que poseen un porcentaje más reducido de piezas corticales.

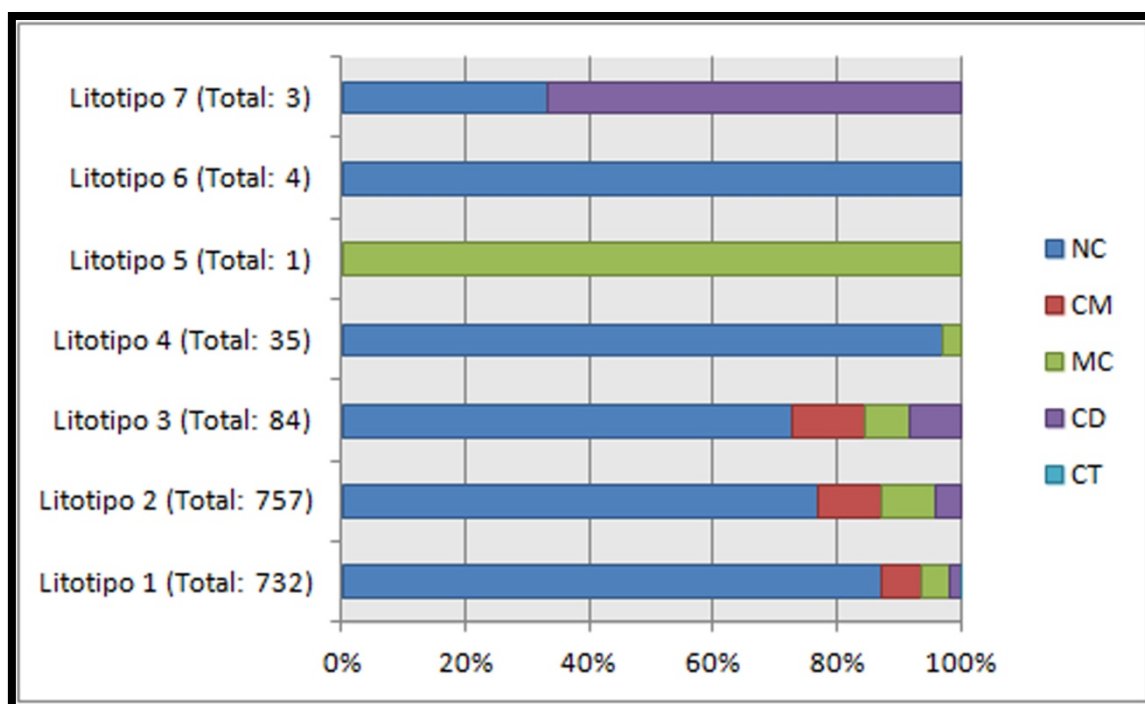


Fig. 334 – Presencia de córtex según los litotipos identificados. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total.

Los porcentajes corticales de los litotipos 2 y 3 se sitúan en torno al 20%, lo que generalmente se considera como evidencia de una talla *in situ*. También debería tenerse en cuenta esta posibilidad para el caso del litotipo 1, que a pesar de no alcanzar índices de corticalidad de un 20%, posee córtex totales. Podría pensarse pues, que si hay córtex totales en este tipo de sílex los nódulos llegaron completos o bien conservando aún partes importantes del córtex, mientras que tal vez en los tipos 2 y 3, a pesar de llegar con altos porcentajes de córtex, un desbastado inicial, o testado, tuvo lugar en la zona de captación del recurso.

Además, para el litotipo 3 se identificaron algunos córtex rodados, lo que podría indicar un aprovisionamiento en una fuente secundaria. Si tenemos en cuenta que este tipo de sílex tiene sus paralelos en los sílex del flysch de Hibarette – Montgaillard, en la vertiente norpirenaica, quizás la presencia de córtex pueda ser un indicador de la captación de buena parte de este tipo de sílex en los afloramientos secundarios de Hibarette, que funcionaron como importantes talleres de talla de sílex en el Paleolítico superior.



De los datos más arriba presentados se extrae que, a excepción del tipo 3, los porcentajes de elementos corticales están estrechamente relacionados con la distancia de las fuentes de aprovisionamiento, siendo más abundante el córtex en aquellos sílex recuperados en un radio local (litotipo 2). A medida que los radios de aprovisionamiento aumentan se reducen las superficies corticales. No tendríamos en cuenta aquí los litotipos 5, 6 y 7 debido a la escasez de elementos atribuibles a dichos grupos, ya que los mecanismos de obtención de este material no se relacionan necesariamente con la captación directa de este recurso por parte de los grupos magdalenienses que ocuparon la Cova del Parco. El sílex del tipo 3 sería entonces una excepción, pues si bien observamos cómo esta hipótesis se cumple para el caso del litotipo 4, en el litotipo 3, cuyas fuentes de origen se sitúan a más de 150 km al norte del yacimiento, la presencia de córtex es muy elevada. Podemos estar, pues, ante un tipo de sílex, el litotipo 3, que llega al yacimiento tras un primer desbastado pero que, como veremos, presenta las evidencias suficientes para pensar que se trabaja en el yacimiento. En todo caso, serían estrategias de captación y gestión de recursos diferenciadas. Ahondaremos más adelante en esta cuestión.

Los tipos de córtex más frecuentes son los primarios, generalmente de litología caliza o margosa, y en el caso de los sílex originados en un ambiente evaporítico debemos destacar la alta presencia de córtex secundarios (con porcentajes del 26% frente a un 9% o 5% para los sílex del tipo 1 y 3 respectivamente). Estos altos porcentajes podrían explicarse por la existencia de una mayor porosidad, siendo más proclives a una mayor alteración.

### 9.2.2.3 Alteraciones

Generalmente los sílex presentan un buen estado de conservación, siendo dos las alteraciones más frecuentes (fig. 335). Por un lado la pátina blanca, notoria en el caso de los sílex evaporíticos (26,02%), posiblemente, como ya hemos indicado, debido a la mayor porosidad de los mismos. Por otro, las alteraciones térmicas, presentes en porcentajes similares en los litotipos más frecuentes (entre un 2 y un 3%) y siendo el mosaico, las cúpulas y el cambio de coloración los indicadores más habituales (fig. 336). Las fisuras son más frecuentes en los sílex evaporíticos, debido principalmente a una peor silicificación de los nódulos. Son características las geodas rellenas por

cristales de megacuarczo (fig. 337). Debemos señalar, además, que los sílex del tipo 2 poseen un porcentaje más elevado de concreciones respecto al resto de litotipos (27% frente a un 11% del tipo 1), posiblemente relacionado con la mayor porosidad de este tipo de sílex, que facilitaría el desarrollo de procesos de concreción.

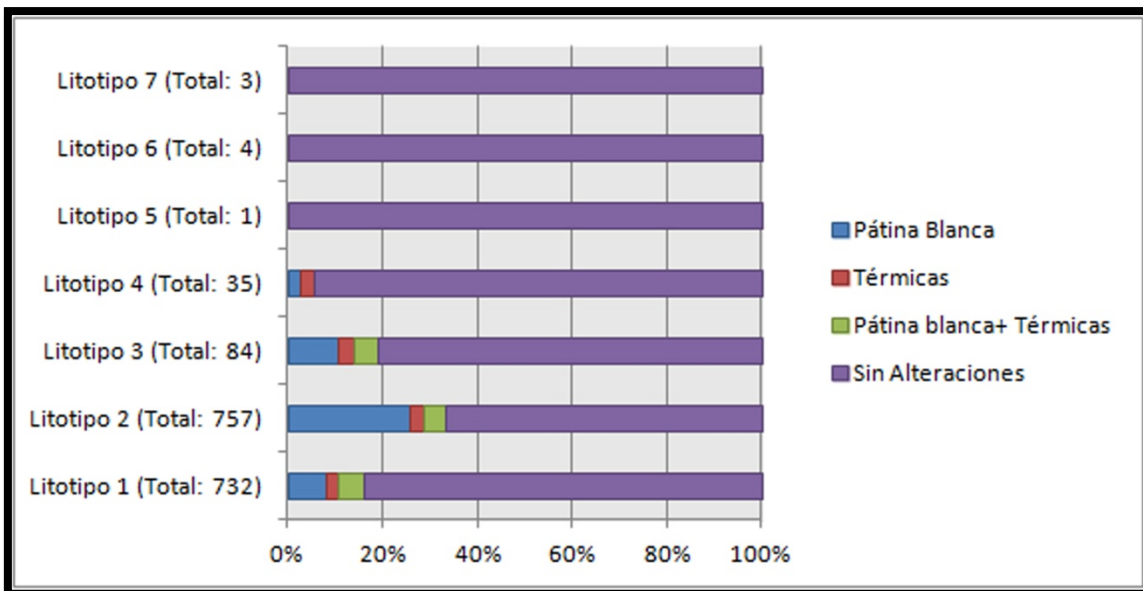
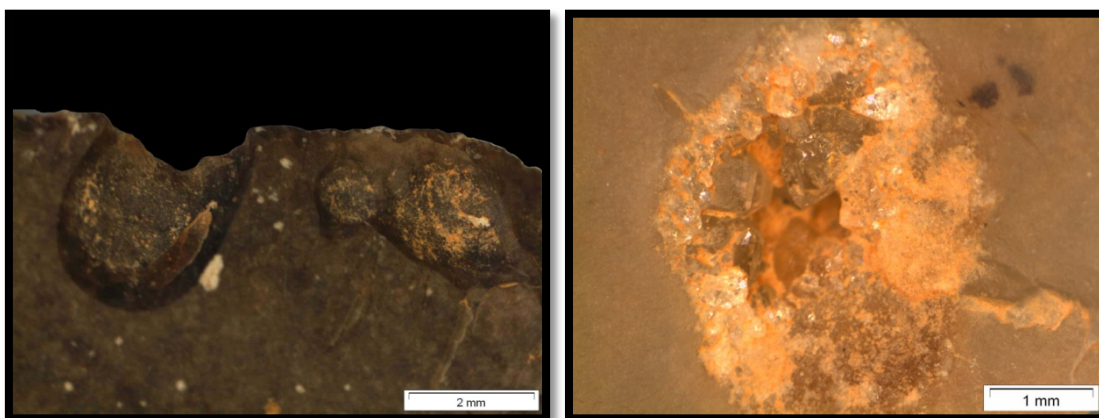


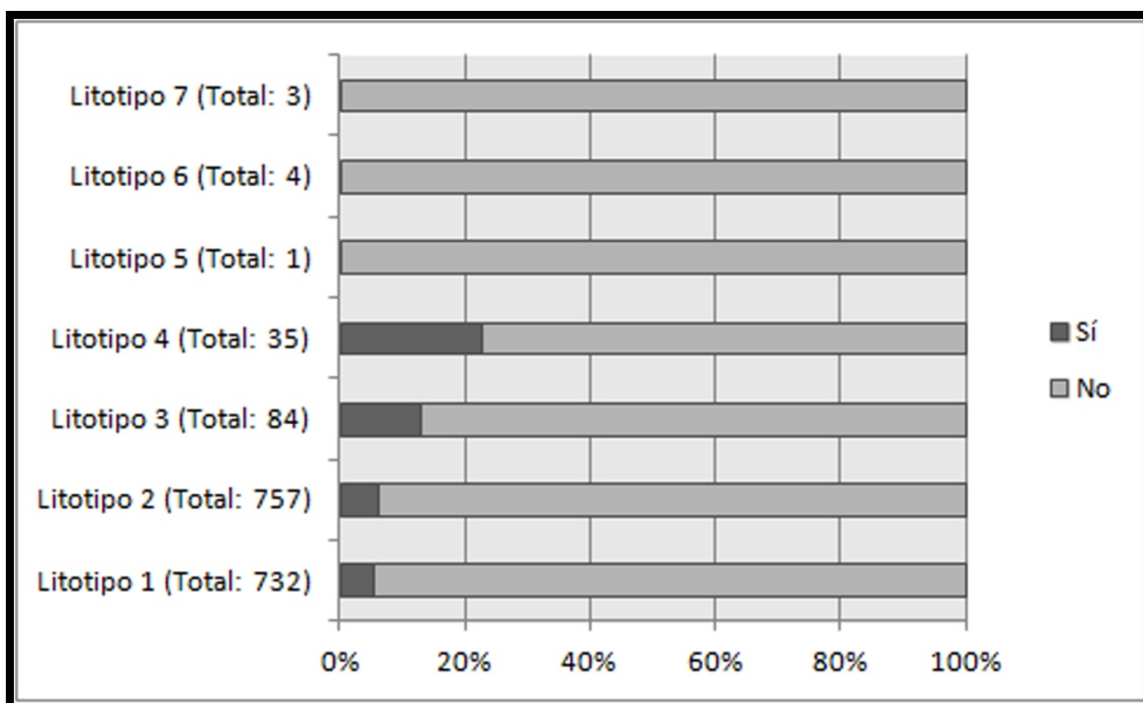
Fig. 335 – Principales alteraciones observadas en los distintos litotipos.



Figs. 336 y 337 – Cúpulas térmicas en sílex de tipo 1 (izq.) y geoda recristalizada en sílex de tipo 2 (dcha.) observadas a la lupa binocular.

Las alteraciones térmicas, como ya hemos mencionado, se presentan en porcentajes similares (2-3%) en los litotipos más representados (1, 2, 3 y 4). Para conocer con exactitud la vinculación directa o no de los elementos líticos con las estructuras de combustión (en adelante EC) identificadas en el yacimiento, hemos observado qué proporción de piezas de cada litotipo está relacionado con ECs (fig. 338). De este modo

anotamos que, si bien los sílex mayoritarios (1 y 2) presentan porcentajes similares (en torno al 6%), en el caso de los adscritos al litotipo 3 se observan valores más elevados (cerca al 13%). Por eso hemos estudiado la posible relación existente entre un litotipo y una EC concreta. Como resultado, observamos que, por lo general, y específicamente en aquellas EC con mayor cantidad de elementos líticos hallados (EC21, EC31, EC39 y EC42) aparecen los dos litotipos más representados y también con frecuencia los tipos tres y cuatro. Este dato es de gran valor, pues relaciona los sílex con porcentajes menores (litotipos 3 y 4) con los más representados (litotipos 1 y 2), apuntando que si bien aparecen en porcentajes reducidos en el registro arqueológico, no presentan patrones diferentes en lo que a su relación con las EC se refiere.



**Fig. 338** – Vinculación de los distintos litotipos con las EC identificadas. En color más oscuro se observa el porcentaje de sílex de cada litotipo relacionado directamente con una EC.

#### 9.2.2.4 El peso

Como ya hemos hecho mención anteriormente (Sánchez 2012) consideramos el peso un elemento importante del estudio arqueopetroológico, pues es un indicador de la cantidad de materia que fue aportada al yacimiento, siendo de gran utilidad para la posterior interpretación arqueológica. Así, los 1.617 elementos que pudieron ser adscritos a algún litotipo pesaban en conjunto 17,446 kg. Al dividir este peso en el correspondiente para

cada grupo, señalamos el gran valor porcentual que tiene el litotipo 2, con un total de 15,587 kg (89,34% del valor total). El litotipo 1 supone un 8,56% del peso del conjunto, sumando 1,492 kg, y el litotipo 3 un 1,51% (262 g). El resto de tipos de sílex presentan porcentajes inferiores al 1%, siendo de 0,33% para el litotipo 4, de 0,05% para el litotipo 5, 0,14% el litotipo 6 y 0,07% para el litotipo 7 (fig. 339).

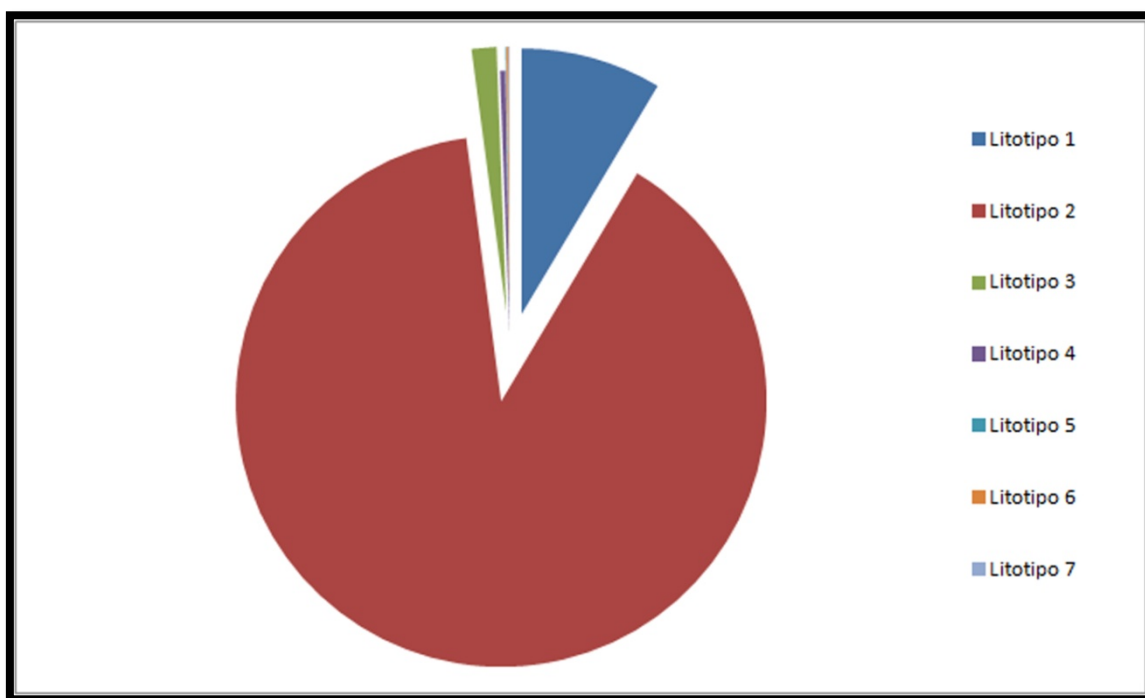


Fig. 339 – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo.

Hemos dividido el peso de cada litotipo por el número total de elementos que lo componen, obteniendo resultados desiguales (fig. 340). El sílex de tipo 2 presenta un peso teórico por efectivo de 20,59 g, mientras que en el caso del litotipo 1, el segundo más representado del conjunto, el valor desciende hasta 2,04 g. Para los otros grupos los porcentajes son desiguales oscilando entre los 1,63 g para el tipo 4 y 6,27 g para el grupo 6. Si bien este dato no posee un valor real, pues es el resultado de dividir el peso total por el número de efectivos, ofrece una idea sobre la media de cada litotipo para el conjunto estudiado. De todo ello se desprende que los sílex del tipo 2 son de un tamaño mayor al los del litotipo 1, de dimensiones mucho más reducidas. Esto podría explicarse debido a la distancia del yacimiento con las fuentes de aprovisionamiento, al grado de explotación de los núcleos y/o al uso específico de un determinado tipo de sílex para morfotipos específicos y/o actividades concretas, datos que serán tratados posteriormente.

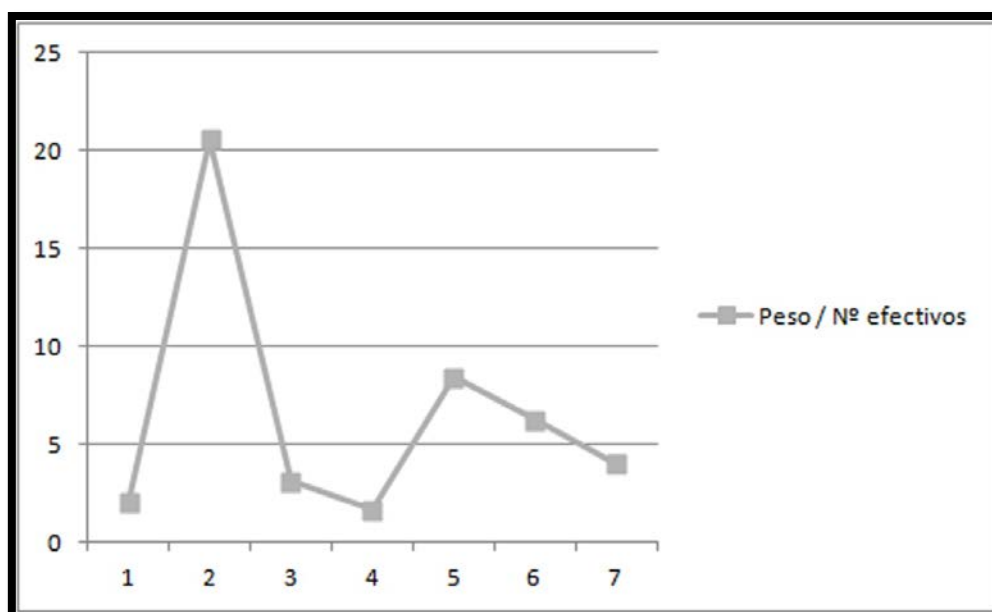


Fig. 340 – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo.

### 9.2.3 Estudio de la distribución espacial de los restos a lo largo de la secuencia estratigráfica: litotipos

Para el desarrollo del presente estudio hemos utilizado las técnicas que ofrecen los sistemas de información geográfica (SIG) mediante el programa *QuantumGis*, que nos ha permitido la creación de unos mapas de distribución espacial de los diferentes tipos de sílex a lo largo de la secuencia estratigráfica. Las características del conjunto arqueológico analizado han hecho posible este estudio, pues se trata de un yacimiento en el que los análisis micromorfológicos (Bergadà, 1998) demuestran que se han desarrollado escasos procesos de movilización postdeposicional, permaneciendo el material en un estado de deposición más o menos original. Paralelamente a la realización de este análisis, hemos considerado esencial la consulta de la tesis del Dr. Manuel Calvo (2001): *Análisis funcional de la Cueva del Parco (Alós de Balaguer, La Noguera, Lleida): una aproximación a través de los análisis funcionales de la industria lítica y los sistemas de información geográfica (SIG)*, en la que se estudia la distribución espacial del nivel epipaleolítico de este mismo yacimiento. Como resultado hemos observado algunas similitudes en ambos niveles, que a continuación pasamos a detallar.

Al ubicar el conjunto de elementos líticos retocados en la secuencia estratigráfica resulta imposible discernir niveles de ocupación, debido principalmente a la alta concentración

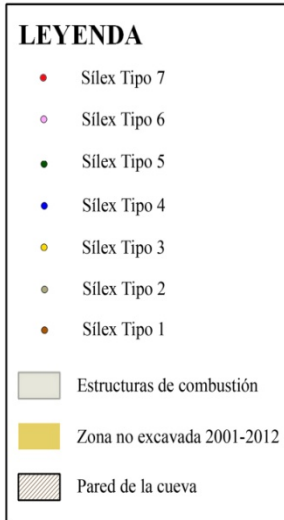
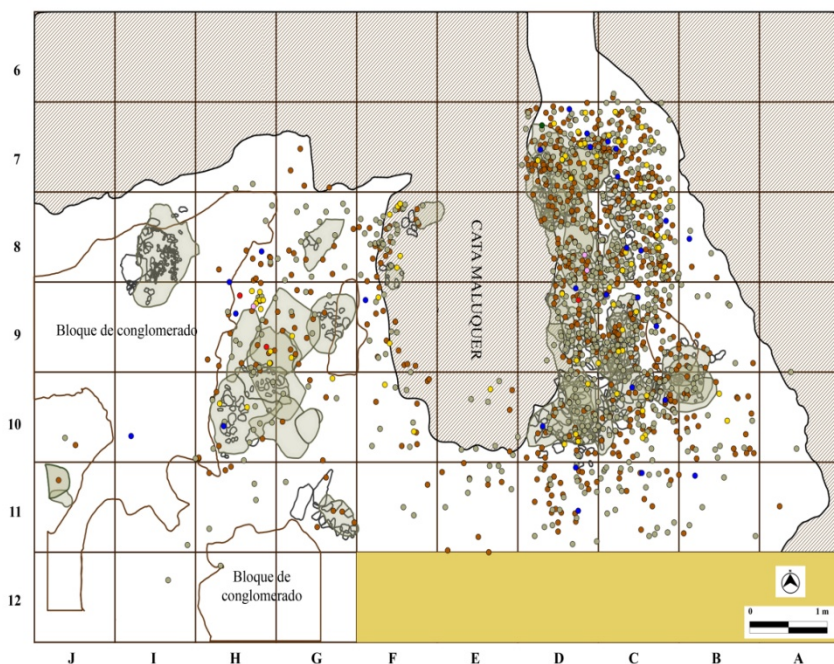
de materiales (fig. 341). Este elevado ruido de fondo ya fue puesto de manifiesto por el Dr. Calvo (2001) en los niveles epipaleolíticos, y nos lleva a la conclusión de que el conjunto estudiado pertenece a un mismo nivel arqueológico, aunque este nivel evidentemente incluya diversos suelos fruto de sucesivas ocupaciones a lo largo de los siglos. Sí podemos discernir en la observación en planta, sin embargo, una concentración diferencial del material lítico, que es más abundante en los cuadros de la cueva, mientras que en el sector abrigo éste se halla más disperso. A medida que avanzamos hacia el sur -entrada de la cueva- y el oeste -contacto con el sector abrigo-, la concentración de material disminuye, y es de suponer que los cuadros centrales, hoy ocupados por la Cata Maluquer, fueron los más ricos del yacimiento, pues la mayor concentración se localiza actualmente en los cuadros adyacentes por el este a la cata. En sección la concentración se encuentra en una Z aproximada de entre -270 cm y -330 cm, aunque se detectan *outsiders*, es decir, objetos que se sitúan en cotas muy bajas (-350 a -370 cm) y que en este caso corresponden a materiales recuperados en el cuadro 10E, o del corte Sur, tras la limpieza de la Cata Maluquer en el año 2012. Debido a la alta concentración de material no podemos profundizar más en esta vista en planta y sección, por lo que hemos procedido a separar el conjunto en función de los tipos de sílex identificados y observar la distribución de los mismos para intentar aportar nuevos datos.

#### 9.2.3.1 Distribución del litotipo 1

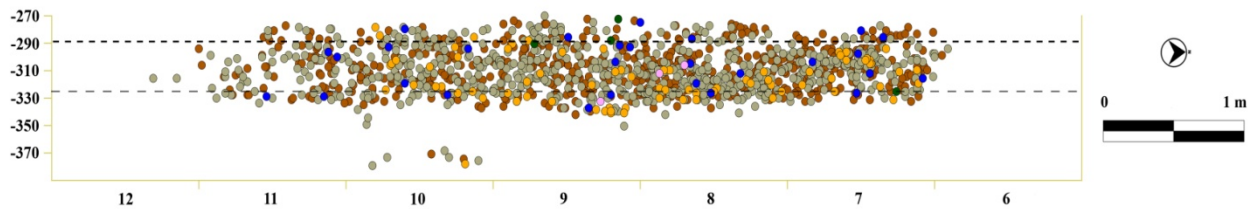
El litotipo 1 (fig. 342), sílex lacustre de coloración oscura, no rompe el esquema general de la distribución en planta. Éste aparece en el abrigo y la cueva, aunque es mayoritario en la zona de la cueva y en los cuadros más interiores de ésta, destacando una amplia concentración en la línea de C y D -o área central de la ocupación-. La relación de este litotipo con las estructuras de combustión es alta, pues un alto porcentaje aparece en relación con éstas, principalmente en el sector cueva, aunque debemos mencionar la existencia de sílex de estas características fuera de las áreas de combustión. En sección no es posible discernir distintos niveles, por lo que estamos ante un tipo de sílex que es aportado recurrentemente y en cantidad.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL CONJUNTO DE LITOTIPOS

PLANTA



SECCIÓN SUR - NORTE



SECCIÓN OESTE - ESTE

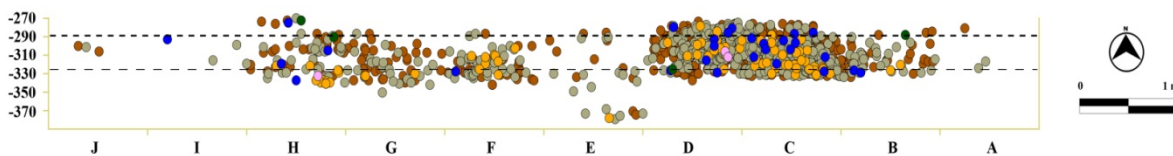
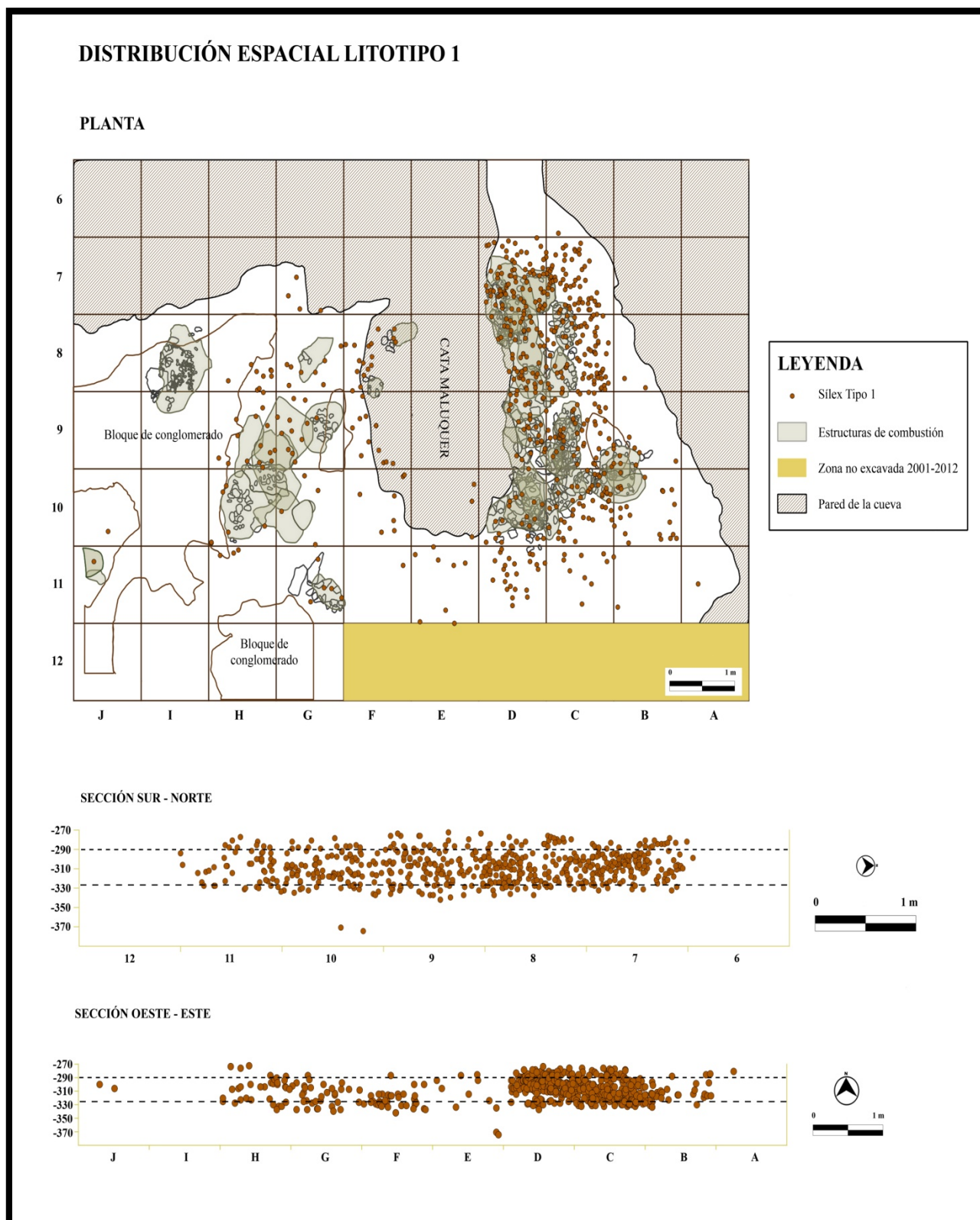


Fig. 341 – Distribución del conjunto de material lítico retocado en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).



**Fig. 342** – Distribución del litotipo 1 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).



### 9.2.3.2 Distribución del litotipo 2

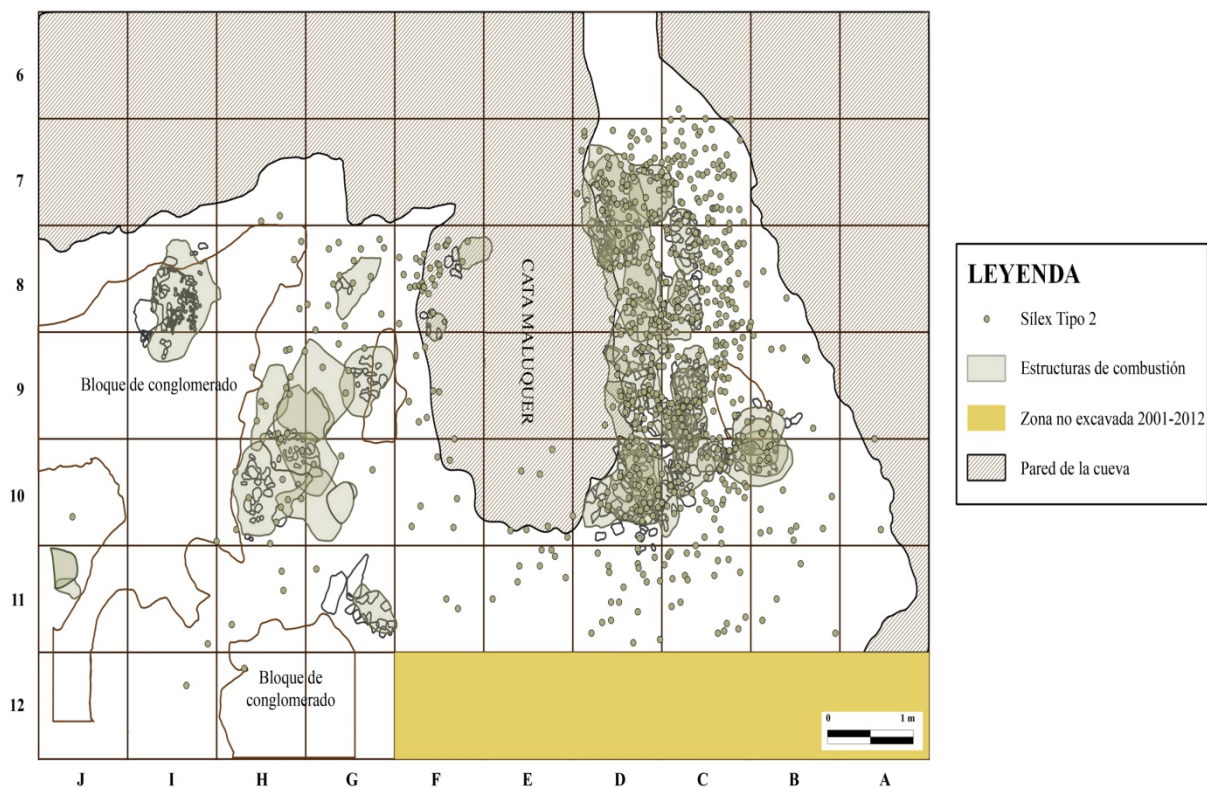
El litotipo 2 (fig. 343), procedente de una facies sedimentaria continental evaporítica y mayoritario en el conjunto lítico, muestra una distribución prácticamente idéntica en la secuencia estratigráfica con el litotipo 1, pues se halla en ambos sectores, aunque en la cueva es más abundante. Del mismo modo, tampoco es posible discernir en las secciones niveles de ocupación o hiatos sin este material. La relación con las estructuras de combustión es alta, a pesar de que también se halla material fuera de éstas. Únicamente destacamos la no aparición de este litotipo en la EC 32, situada en el cuadro 11G y donde tan sólo han aparecido sílex adscritos al litotipo 1. Esta EC, que es de dimensiones reducidas y bastante delimitada, posiblemente sea fruto de una estancia o actividad muy puntual.

### 9.2.3.3 Distribución del litotipo 3

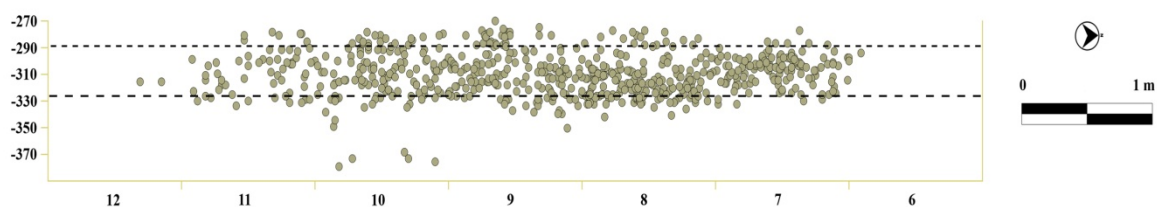
El litotipo 3 (fig. 344), sílex de origen marino con abundancia de cuarzo detrítico y óxidos metálicos y cuyo origen se sitúa en las silicificaciones del Cretácico superior del Pirineo central, en la vertiente norpirenaica, muestra una distribución desigual en planta, pues se observan dos grandes áreas, una en el sector cueva, más extensa, y formando un semi-círculo, y una segunda más concentrada en el sector abrigo, en el cuadro 9H. De esta distribución llama la atención el hecho de que no aparecen sílex de este tipo en la línea de cuadros más exterior (11) y buena parte del material se sitúa fuera de las estructuras de combustión. En la sección oeste-este comprobamos que la concentración de material observada en planta se halla en cotas muy marcadas (entre -310 y -330 cm), mientras que en la zona de la cueva es algo más dispersa (entre -300 y -340 cm) y presenta un ligero buzamiento hacia el este. En todo caso son muy reducidas las piezas que se encuentran en una cota más elevada de 290 cm, lo que nos permite entrever que este tipo de sílex, que no fue detectado en los primeros estudios arqueopetroológicos llevados a cabo, estaría presente en el Magdaleniense superior de la Cova del Parco, pero no en el Magdaleniense superior final. Estaríamos, pues, ante un litotipo menos recurrente que los dos anteriores (litotipos 1 y 2) pero que aparece a lo largo de la estratigrafía del Magdaleniense superior repartido en toda la unidad pero con una concentración más o menos marcada entre las cotas -300 y -340 cm de profundidad.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL LITOTIPO 2

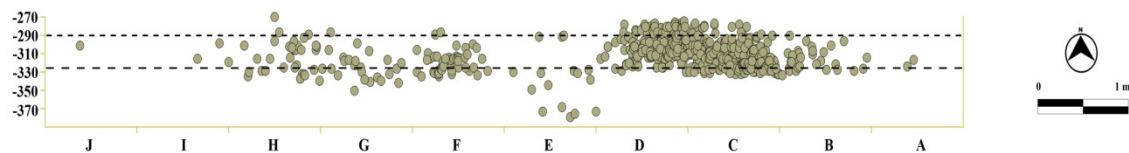
### PLANTA



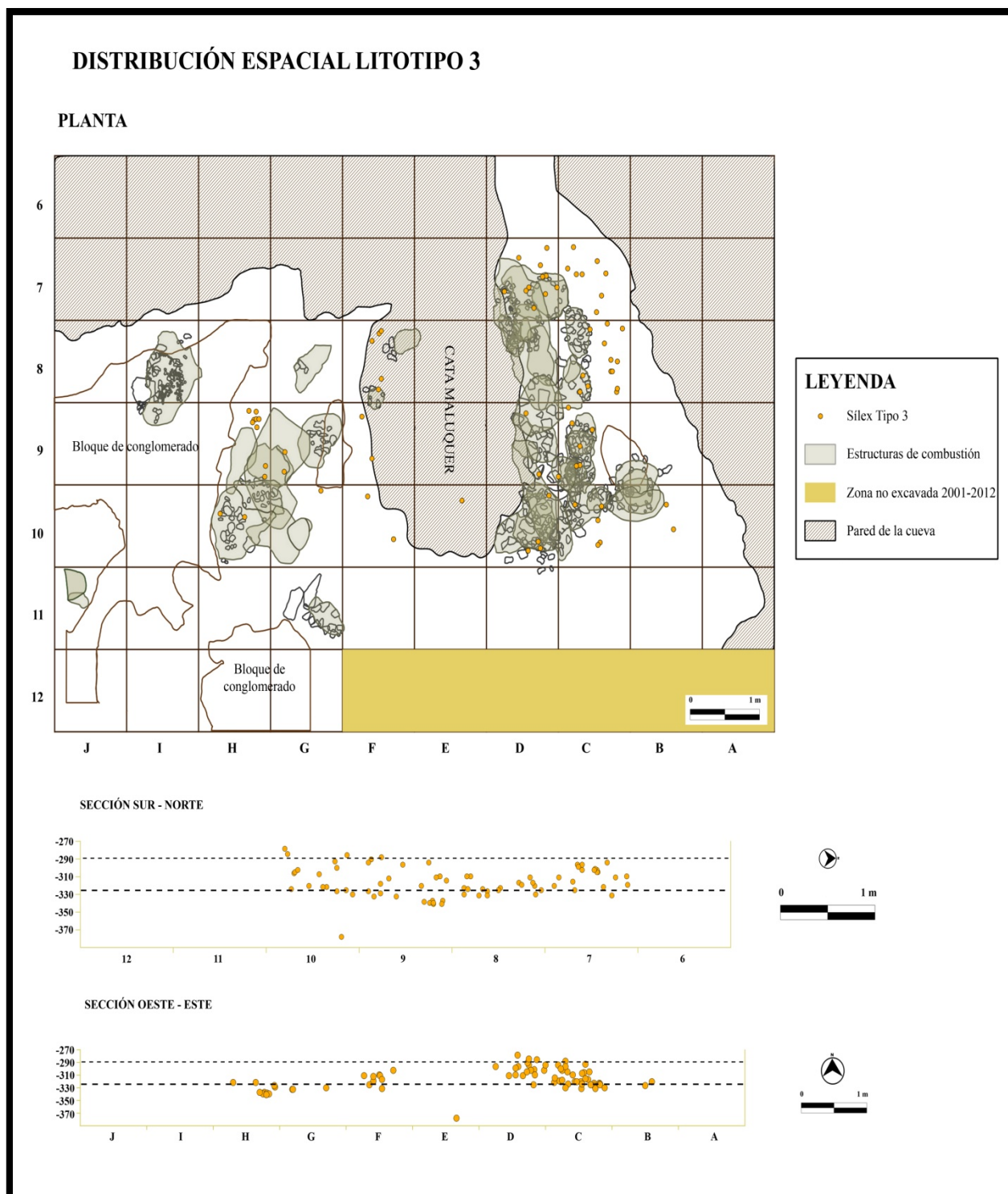
### SECCIÓN SUR - NORTE



### SECCIÓN OESTE - ESTE



**Fig. 343** – Distribución del litotipo 2 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

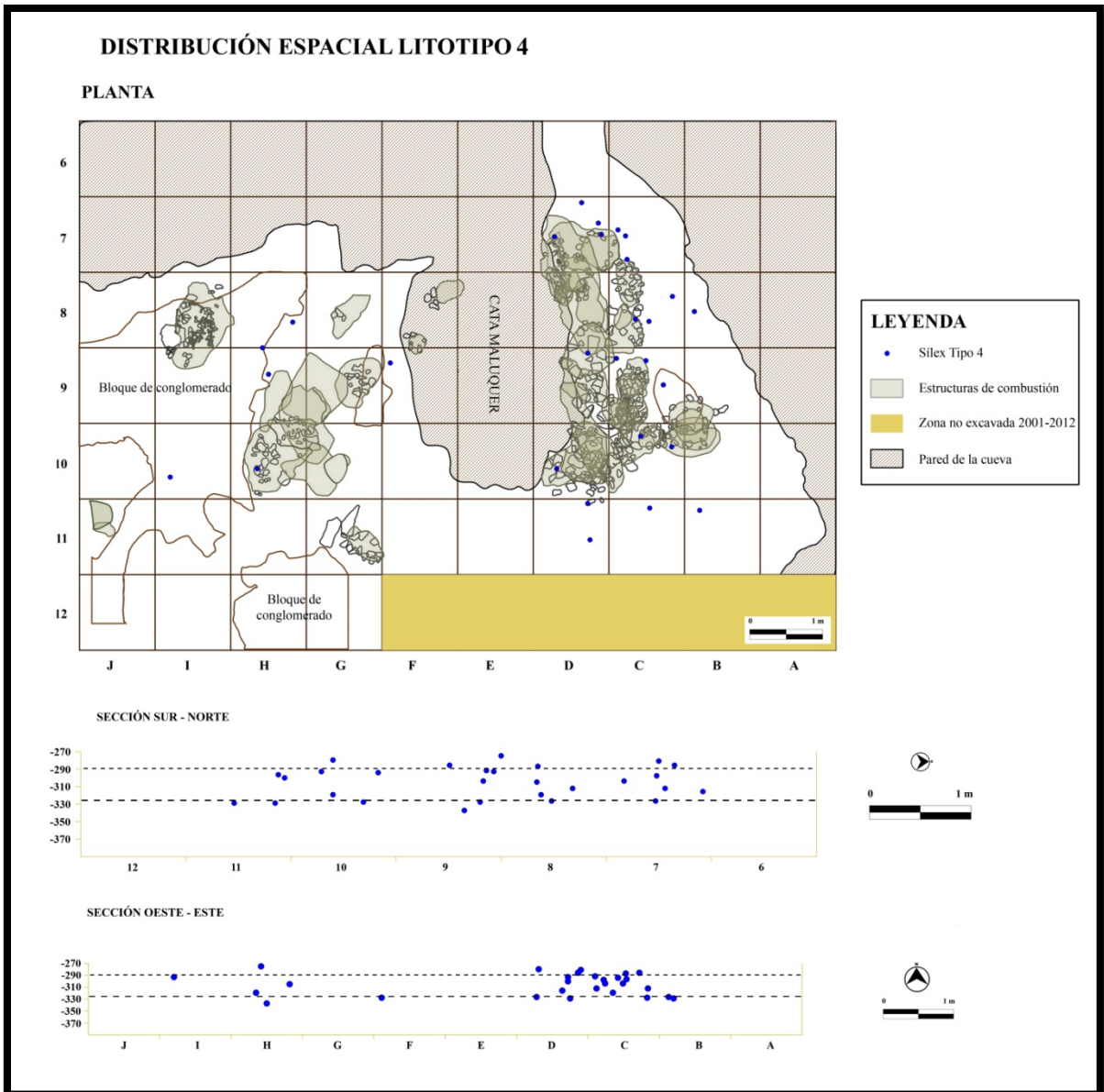


**Fig. 344** – Distribución del litotipo 3 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

#### 9.2.3.4 Distribución del litotipo 4

El litotipo 4 (fig. 345), que aglutina aquellos sílex cuyo origen se sitúa en las calizas de la Formación Agua-Salenz, presenta en la estratigrafía arqueológica una distribución

que sorprende, pues se trata de un conjunto reducido, formado por una treintena de piezas que están dispersas tanto en la zona del abrigo como de la cueva sin una distribución lógica aparente. La mayor parte del material (un 90% aproximadamente) no muestra una relación directa con las áreas de combustión de cueva y abrigo. En sección comprobamos que no se trata de un aporte más específico que se traduce en unas Z similares, sino que los materiales oscilan en Z de entre -270 y -330 cm. Así, la conclusión que extraemos de dicha observación es que no estamos ante un aporte concreto, a pesar del número de piezas reducido, pues éstas se distribuyen ampliamente en sección, pareciendo ser un tipo de sílex que es explotado recurrentemente aunque en proporciones muy reducidas.



**Fig. 345** – Distribución del litotipo 4 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

### 9.2.3.5 Distribución del litotipo 5

El litotipo 5 (fig. 346), del que únicamente hemos identificado una pieza entre el conjunto retocado, aparece en el sector cueva, en el límite externo de un área de combustión, en una zona marginal del yacimiento y a una cota que se sitúa a -316 cm de profundidad. Al tratarse de un único ejemplar resulta difícil extraer mucha información de su distribución a lo largo de la secuencia estratigráfica, pero en todo caso podemos definir que se trata de un aporte totalmente puntual al yacimiento durante un momento determinado del Magdaleniense superior.

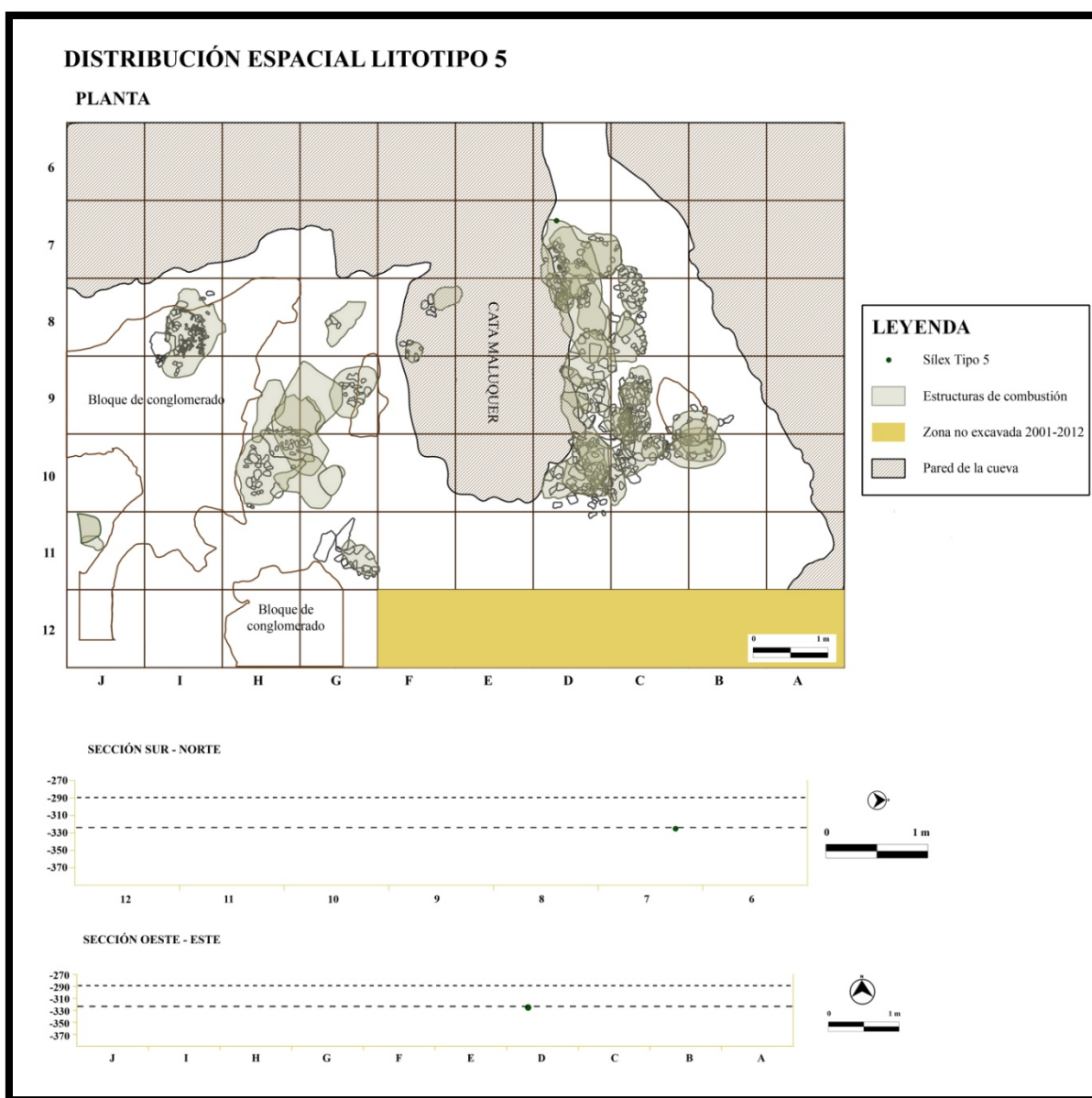
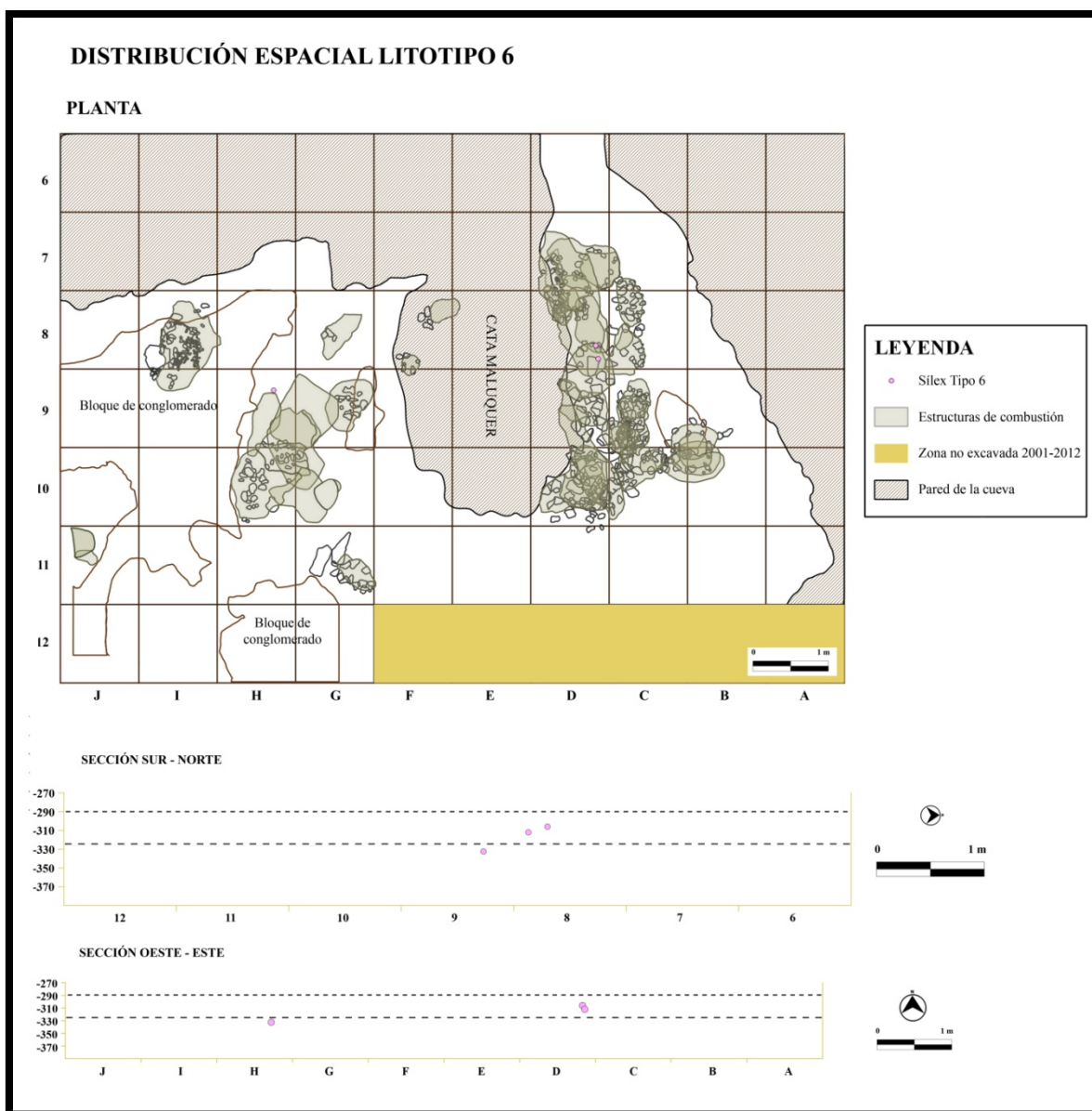


Fig. 346 – Distribución del litotipo 5 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

### 9.2.3.6 Distribución del litotipo 6

Del litotipo 6 (fig. 347) únicamente hemos identificado tres elementos con coordenadas (un núcleo y dos piezas retocadas) que se distribuyen en cueva y abrigo y están en relación con las estructuras de combustión. Presentan unas Z similares en cueva (-300 y -305 cm) y el elemento ubicado en el sector abrigo posee una Z de -322 cm.



**Fig. 347** – Distribución del litotipo 6 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

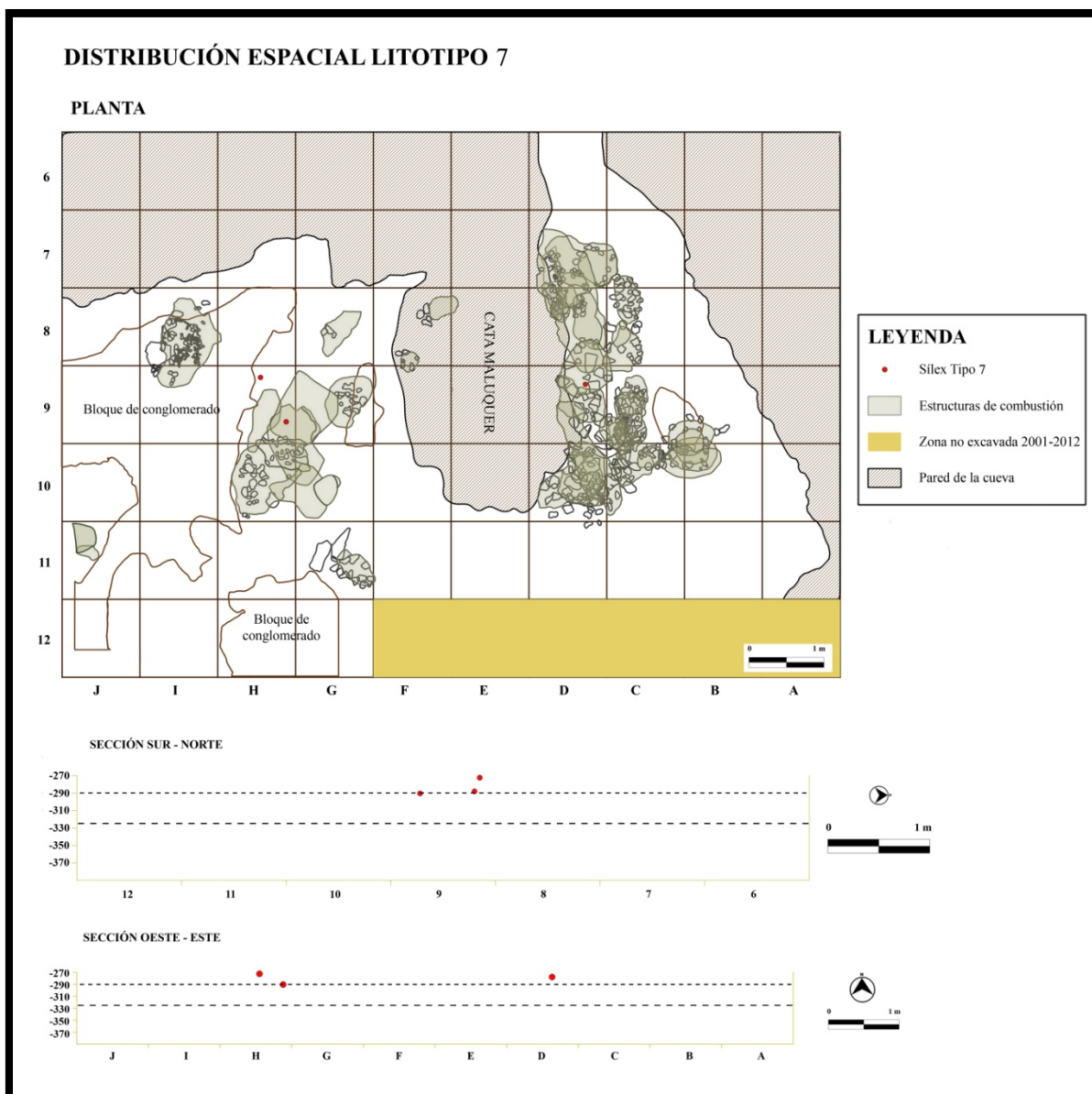
Como en el caso anterior, parece ser que se trata de un aporte puntual al yacimiento, en este caso un núcleo del que se han extraído las dos piezas identificadas (en el

yacimiento o fuera de él). El análisis de la distribución espacial de las piezas adscritas a este sexto litotipo nos permite concluir que estamos ante un tipo de sílex aportado al yacimiento en un momento puntual del Magdaleniense superior en el que los sectores cueva y abrigo de la Cova del Parco estaban en relación, siendo, sin embargo, las cotas del sector abrigo algo más bajas que las de la cueva.

#### 9.2.3.7 Distribución del litotipo 7

El litotipo 7, del que se han identificado únicamente tres ejemplares y su área de captación ha resultado ser la más lejana de los litotipos definidos cuyo origen conocemos, se distribuye en cueva y abrigo, hallando dos elementos en el sector abrigo y uno en la cueva, pero todos en la línea de los cuadros conocidos como “9”, que se extienden de este a oeste de la pared de la cueva al extremo del abrigo (fig. 348). En sección, observamos como las tres piezas se sitúan en cotas similares, de -272 a -287 cm, es decir, en plena transición entre lo que se ha denominado Magdaleniense superior final y Magdaleniense superior.

En todo caso, la distribución espacial de estas piezas en planta y sección nos indican que estamos ante un aporte puntual al yacimiento, que tuvo lugar en algún momento de la transición Magdaleniense superior final – Magdaleniense superior, y en un tiempo en el que había conexión entre la cueva y el abrigo, presentando unas cotas bastante similares.



**Fig. 348** – Distribución del litotipo 7 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas).

### 9.2.3.8 Conclusiones del análisis de distribución espacial por litotipos

Después de observar qué distribución presenta cada tipo de sílex en planta y en ambas secciones, hemos corroborado que existe un cierto nivel de asociación entre las zonas con mayor densidad de materiales y la localización de las estructuras de combustión, dato que ya identificó Calvo para el nivel Epipaleolítico: *Las estructuras de combustión parecen organizar toda la distribución del material que se dispone alrededor de ellas* (2001: 1274-1275) y que parece manifestar una continuidad para el Magdaleniense. Además, estas estructuras de combustión presentan un solapamiento con concentración



de hogares, en el presente caso en el sector cueva (cuadro en la línea D especialmente pero también en la parte más occidental de la línea C) y en el abrigo (cuadros 9G, 9H y 10H). Así, se detecta una continuidad en la distribución de las áreas de trabajo del yacimiento, ubicándose las estructuras de combustión a lo largo del tiempo en las mismas zonas. Sin embargo, a pesar de observar estas dos áreas en las que se ubican la mayor parte de hogares y que parecen ser las responsables de la distribución de buena parte del material lítico, no debieron jugar el mismo rol, pues la cantidad de material alrededor de ambos espacios es desigual. Esto nos permite distinguir entre estructuras de combustión principales, que concentran las cantidades más altas de material lítico y que en este caso serían las situadas en la cueva, y estructuras de combustión satélites, también consideradas satélites u hogares complementarios. Éstas se caracterizan por el bajo nivel de concentración de material o grado de especialización, y serían las que se han diferenciado en la zona del abrigo, que generalmente presenta un porcentaje menor de material lítico. Un buen ejemplo sería el que presenta la EC del cuadro 11G, donde únicamente se ha documentado sílex del litotipo 1.

Para mejor comprender la distribución del material lítico en planta, y poder averiguar si ciertamente las áreas de combustión del abrigo deben ser definidas como satélites u hogares complementarios, se ha procedido a observar qué distribución presenta la fauna recuperada en estas doce campañas de excavación. De este modo, se puede observar en la figura 349 que la fauna presenta en planta una distribución similar al conjunto lítico retocado, siendo muy abundante en los cuadros de la cueva. Además, la relación con las estructuras de combustión es muy alta, pues en aquellas áreas de la cueva en las que no se han documentado hogares la presencia de material óseo es muy escasa. En la zona del abrigo, en cambio, aparece poco material óseo en relación con las áreas de combustión, y el que aparece se sitúa fuera de éstas, por lo que podemos confirmar que las estructuras de combustión del abrigo funcionarían como hogares satélites o complementarios vinculados a otras actividades productivas o meramente de iluminación del sitio.

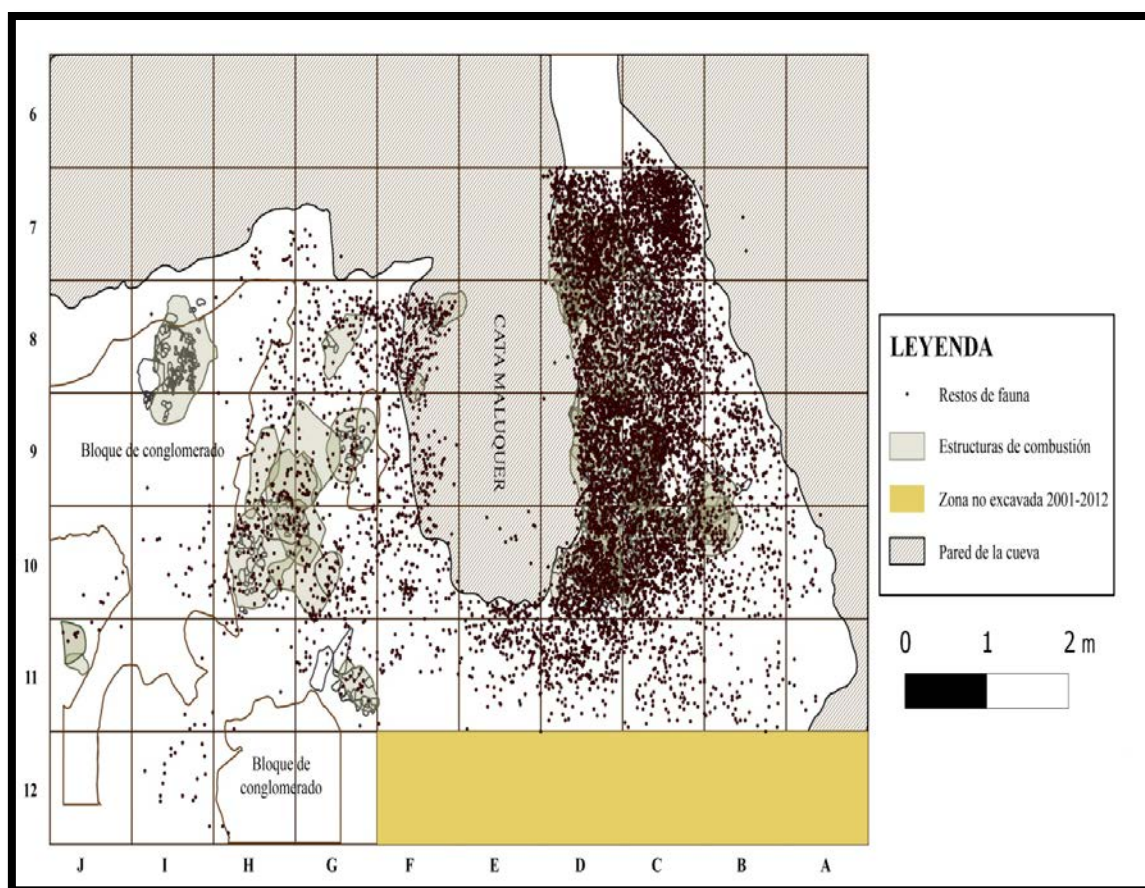


Fig. 349 – Distribución en planta de los restos faunísticos recuperados entre 2001 y 2012.

#### 9.2.4 Estudio de la distribución espacial de los restos en planta: morfotipos

Con la finalidad de profundizar más en el estudio de la distribución espacial de los materiales líticos, se ha analizado la distribución por morfotipos teniendo presente el litotipo al que pertenecen y comparando los resultados con los obtenidos por Calvo en su estudio previo. Presentamos a continuación los resultados:

##### 9.2.4.1 Núcleos

Se han identificado un total de 356 núcleos entre el material estudiado del nivel II (fig. 350). Son mayoritarios los núcleos realizados sobre sílex evaporítico (litotipo 2), alcanzando un total de 268 elementos (75% del total de núcleos). Los núcleos sobre sílex de tipo 1 representan un porcentaje menor (16%) y los del litotipo 3 alcanzan el 5%. Los núcleos en el resto de litotipos definidos están presentes en cantidades reducidas (inferiores al 1%).

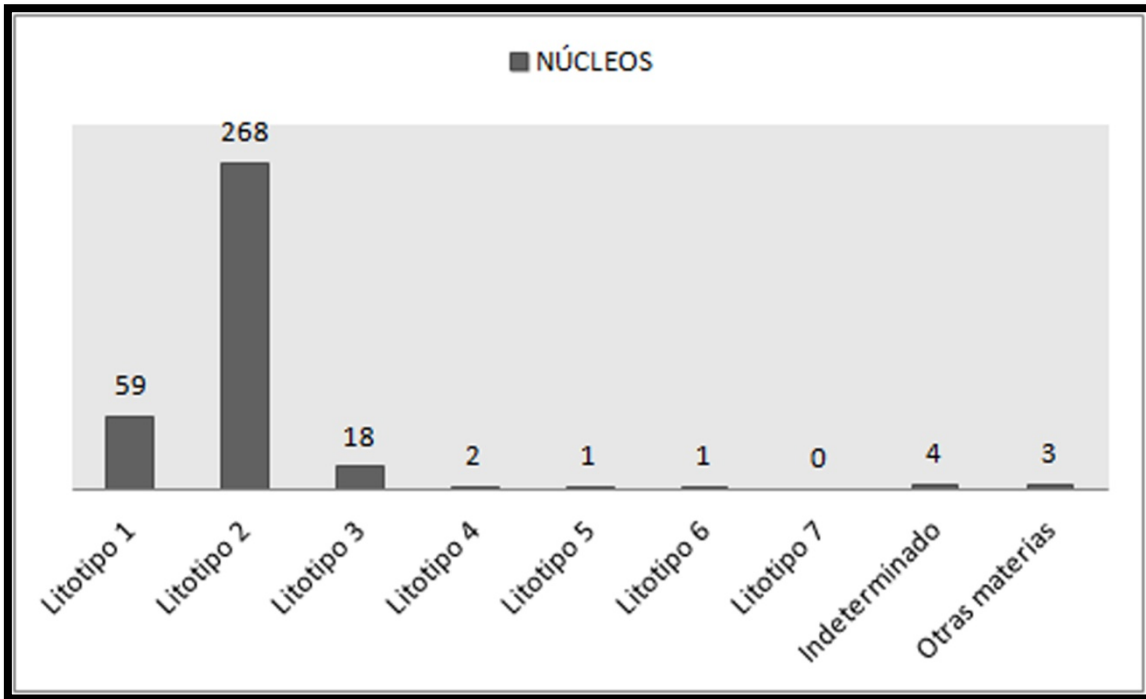


Fig. 350 – Representación de los núcleos identificados para cada litotipo.

Si consideramos el porcentaje que representan los núcleos para la totalidad de sílex de cada litotipo, notaremos que en el litotipo 2 los núcleos presentan los porcentajes más altos, constituyendo el 35% de las piezas definidas para este litotipo. En el caso del litotipo 3 los núcleos también son frecuentes, pues representan más del 20% del total de elementos (21,43%). Sorprenden los porcentajes reducidos que representan los núcleos para los litotipos 1 y 4. En el caso del litotipo 1, que recordemos es el segundo en número de materiales, los núcleos únicamente constituyen un 8,06%<sup>23</sup> del conjunto, y para el caso de los sílex del litotipo 4, únicamente se han hallado dos núcleos, que representan un 5,71% del total de materiales de este litotipo.

De los datos anteriormente expuestos se puede extraer que el sílex del litotipo 2 es el que presenta unos porcentajes más altos de núcleos, denotando una talla *in situ* de este material. El abandono temprano de muchos de estos núcleos y los altos porcentajes que presentan en relación a todo el material de este litotipo nos indican que se trata de un sílex aportado en cantidad al yacimiento, pero sobre el que no se agotan los núcleos,

<sup>23</sup> Este porcentaje podría seguramente revisarse al alza si tomamos en consideración algunos buriles, que corresponden en realidad a núcleos sobre lasca para la extracción de laminillas.

pues la cercanía de las fuentes de aprovisionamiento y la calidad mediocre de estos sílex obligan a dejar muchos nódulos a penas sin explotar.

Para los sílex del litotipo 3, que pese a tener un área de captación lejana poseen un alto porcentaje de núcleos en el yacimiento, podemos deducir que se trata de un sílex que fue tallado *in situ*, explotando los núcleos hasta su agotamiento (las dimensiones de dichos núcleos son en todos los casos reducidas).

Para el litotipo 1, cuyas fuentes de origen se sitúan en un área regional, debemos tener en cuenta que se trata del segundo litotipo explotado, y que a pesar de ser el porcentaje inferior que en el litotipo mayoritario, entendemos que del mismo modo hubo talla *in situ*, pero que se aprovecharon mucho más los núcleos (recordemos que la mayoría de ellos están agotados), extrayendo una cantidad mayor de útiles.

Por último (no podemos extraer más datos de los litotipos minoritarios debido a la reducida presencia de material), los bajos niveles de representación de núcleos para el litotipo 4 nos están indicando que estamos ante un tipo de sílex que, si bien pudo haber una pequeña talla *in situ*, los núcleos fueron llevados fuera del yacimiento cuando éste se abandonó (*toolkit*).

La observación de la distribución de los núcleos en la planta del yacimiento (fig. 351) deja entrever que éstos son más frecuentes en el sector cueva, donde los núcleos del litotipo 2, los más representados, poseen una relación directa con las estructuras de combustión. Sorprende, además, la elevada concentración de núcleos de los tipos 1, 2 y 3 en una de las áreas más septentrionales de la cueva, el cuadro 7C, pudiendo funcionar esta zona como vertedero de desechos de fabricación, pues estamos fundamentalmente ante núcleos agotados que, como indicaron Ibáñez y González, no suelen integrarse en el ciclo de gestión del utillaje (Ibáñez y González 2002: 177).

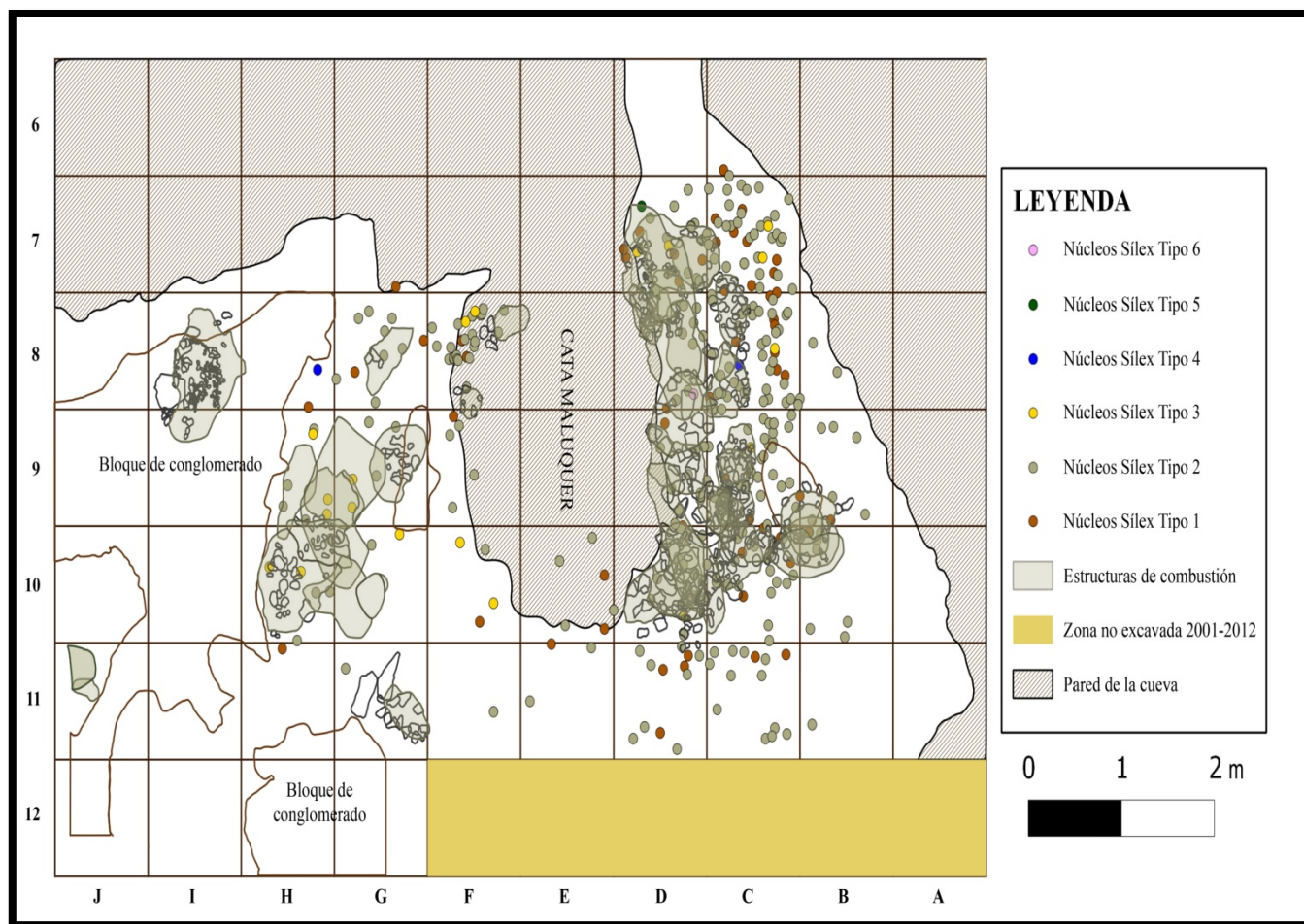


Fig. 351 – Distribución en planta de los núcleos según el tipo de sílex.

#### 9.2.4.2 Raederas

Las raederas representan un 8,86% (147 piezas) del conjunto de elementos retocados estudiados. Éstas se distribuyen de manera similar en los principales litotipos (del 1 al 4). En este caso, en el gráfico (fig. 352) y en los datos que a continuación presentamos, no hemos tenido en cuenta los tipos primarios R11, debido a que se trata de soportes con retoques simples marginales que podrían ser el resultado del trabajo de filos en bruto.

Teniendo en cuenta únicamente aquellas raederas no definidas en el análisis como R11, observamos un total de 71 raederas que se distribuyen en los cuatro principales litotipos con porcentajes similares. En relación al número total de ejemplares identificados para cada litotipo, las raederas son más numerosas en el litotipo 3, alcanzando un 8,33%. Los porcentajes son algo inferiores en el caso del litotipo 4 (5,72%), litotipo 1 (4,51%) y

litotipo 2 (3,44%). De todo esto extraemos que se trata de un morfotipo con similares índices de uso en todos los litotipos.

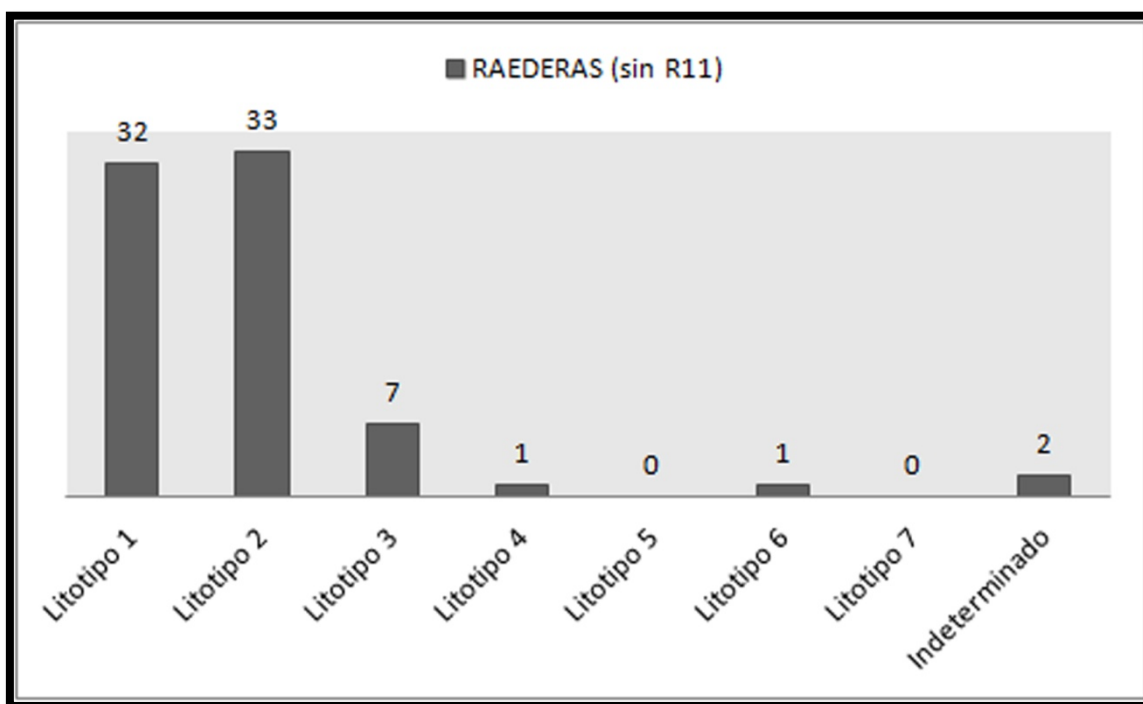


Fig. 352 – Representación de las raederas (sin contabilizar las R11) identificadas para cada litotipo.

La observación de la distribución de este morfotipo en planta (fig. 353) permite observar la gran dispersión del mismo, que ya fue constatada en los niveles epipaleolíticos. En este caso parece que el factor imán de las estructuras de combustión no ejerce mucha importancia, lo que según Calvo podría deberse a la polifuncionalidad de este tipo de útil: *Quizá no es casualidad y debe tenerse en cuenta que las raederas han sido los morfotipos que han presentado un comportamiento más disperso, con la documentación de una gran variedad de acciones y materias trabajadas* (Calvo 2001: 1296).

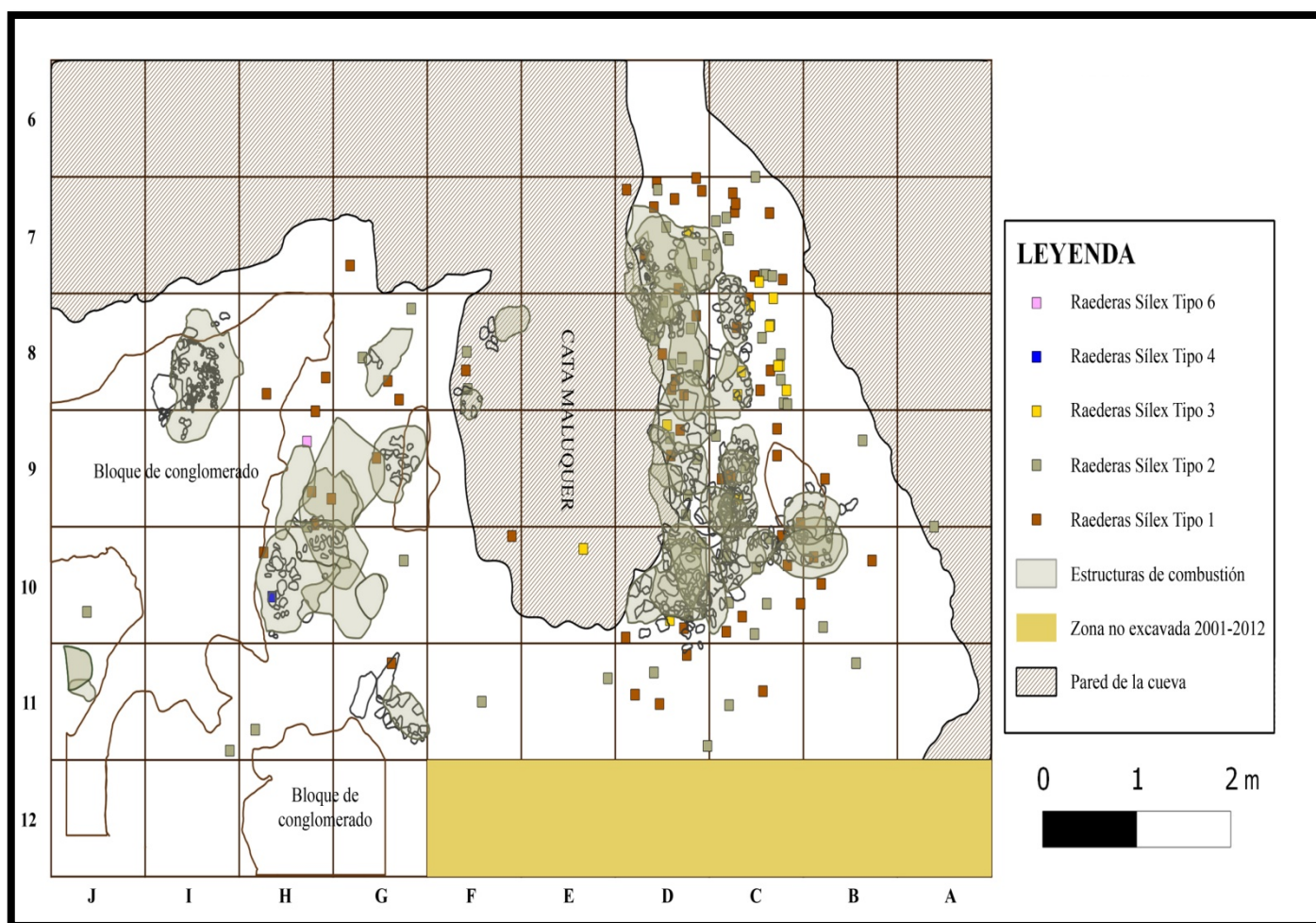


Fig. 353 – Distribución en planta de las raederas según el tipo de sílex.

#### 9.2.4.3 Raspadores

Los raspadores constituyen un 6,27% del material retocado analizado, sumando 104 ejemplares (fig. 354). Éstos se distribuyen de manera homogénea en los cuatro principales litotipos, con porcentajes de entorno un 5%. Así, es el litotipo 1 el que presenta una relación mayor de raspadores (6,69%), seguido del litotipo 2 (6,08%). El litotipo 4 presenta un porcentaje de 5,71% y el del litotipo 3 es algo inferior (4,76%).

Estos datos refuerzan la hipótesis que planteábamos para las raederas, pues en los cuatro litotipos la distribución es similar, lo que nos lleva a pensar en la existencia de similares estrategias de explotación para los litotipos 1, 2, 3 y 4.

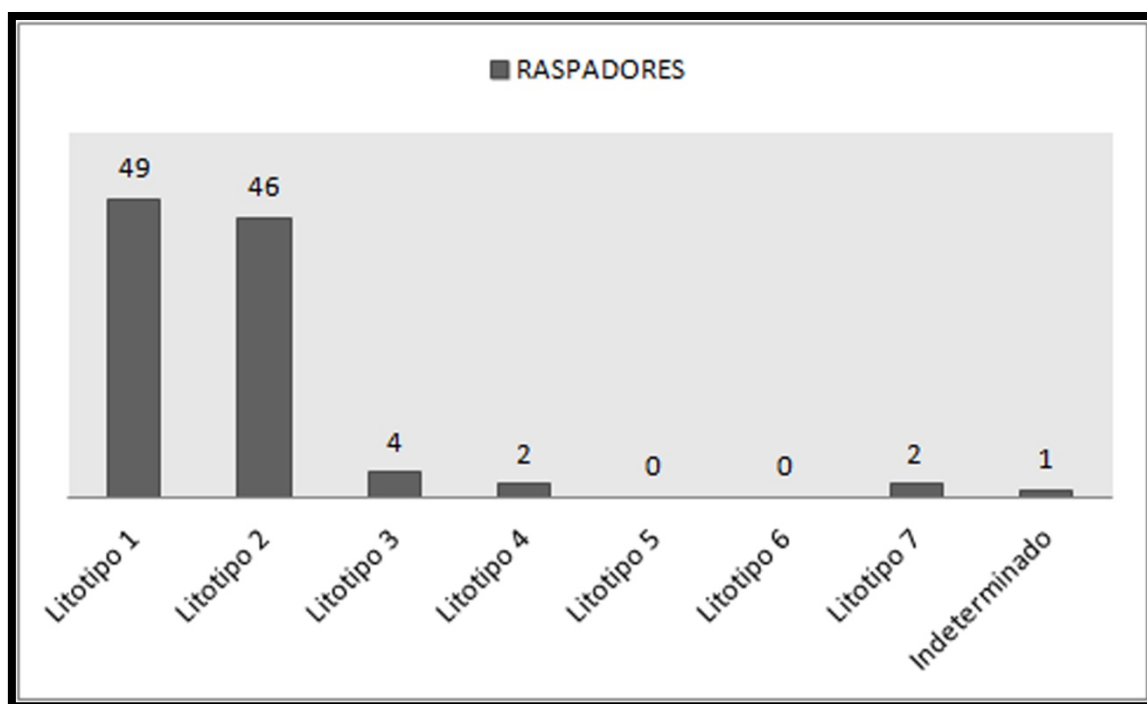


Fig. 354 – Representación de los raspadores identificados para cada litotipo.

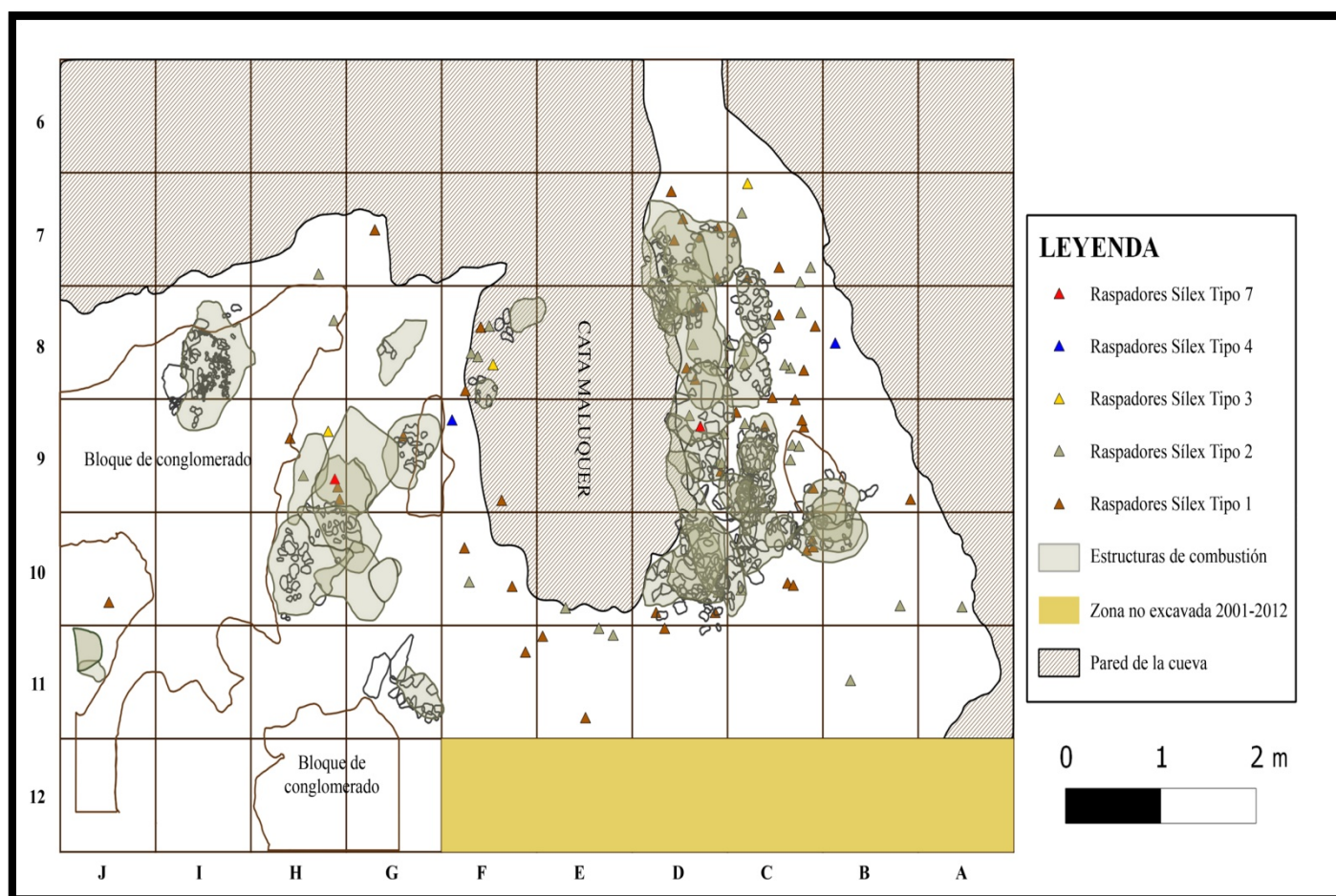


Fig. 355 – Distribución en planta de los raspadores según el tipo de sílex.



En la distribución en planta de este morfotipo (fig. 355) observamos cómo los raspadores se presentan generalmente fuera de las áreas de combustión y distribuidos en planta y sección de manera uniforme. En los niveles epipaleolíticos éstos estaban relacionados directamente con las áreas de combustión, mientras que en el presente caso de estudio únicamente algunos raspadores (fundamentalmente del litotipo 1 y 2) están en relación directa con hogares.

Los raspadores carenados (G3), que también podrían interpretarse como núcleos, suman 15 ejemplares, de los cuales 8 se sitúan fuera de las estructuras de combustión. Así, éstos presentan una distribución similar en planta al resto de raspadores y no presentan paralelos con la distribución espacial de los núcleos.

#### 9.2.4.4 Elementos de dorso

Se han identificado un total de 638 elementos de dorso en el conjunto analizado, lo que representa un 38,46% del total de piezas estudiadas. La aparición de este morfotipo en los diferentes litotipos está representada de manera desigual, y es más frecuente en los litotipos 1 y 4 (fig. 356). En éstos, los porcentajes alcanzan un 68,57% para el litotipo 4 y un 58,15% para el litotipo 1. Los elementos de dorso presentan porcentajes más reducidos para los otros dos litotipos bien representados, siendo de un 32,14% para el litotipo 3 y de tan sólo 25,23% para el sílex del tipo 2.

De lo anteriormente expuesto podemos extraer que se utilizaron estrategias de explotación del sílex diferenciadas en función del litotipo, siendo los sílex más empleados para este tipo de utillaje los del tipo 1 y 4, que a su vez son los que presentan una mayor aptitud a la talla y una proximidad relativa al yacimiento (radio regional).

Para el caso del litotipo 2, es lógico pensar que su uso como elementos de proyectil fue menor, pues estamos ante un sílex de menor aptitud a la talla, del que la confección de pequeños elementos de proyectil tuvo que ser más dificultosa.

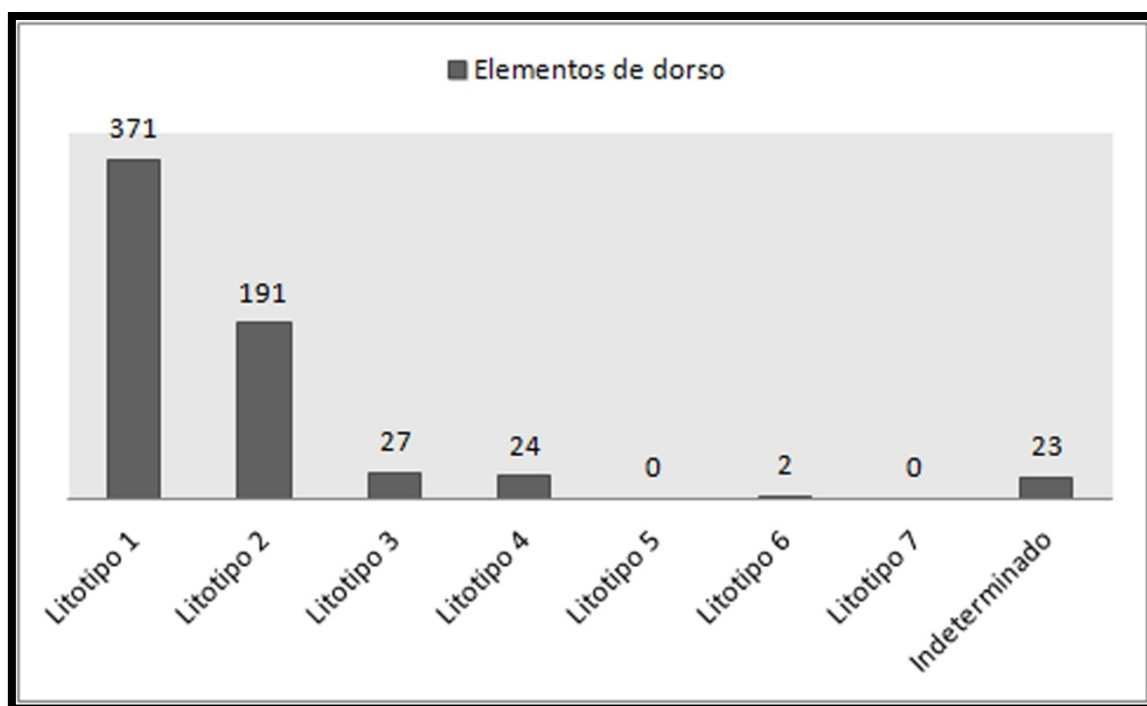


Fig. 356 – Representación de los elementos de dorso identificados para cada litotipo.

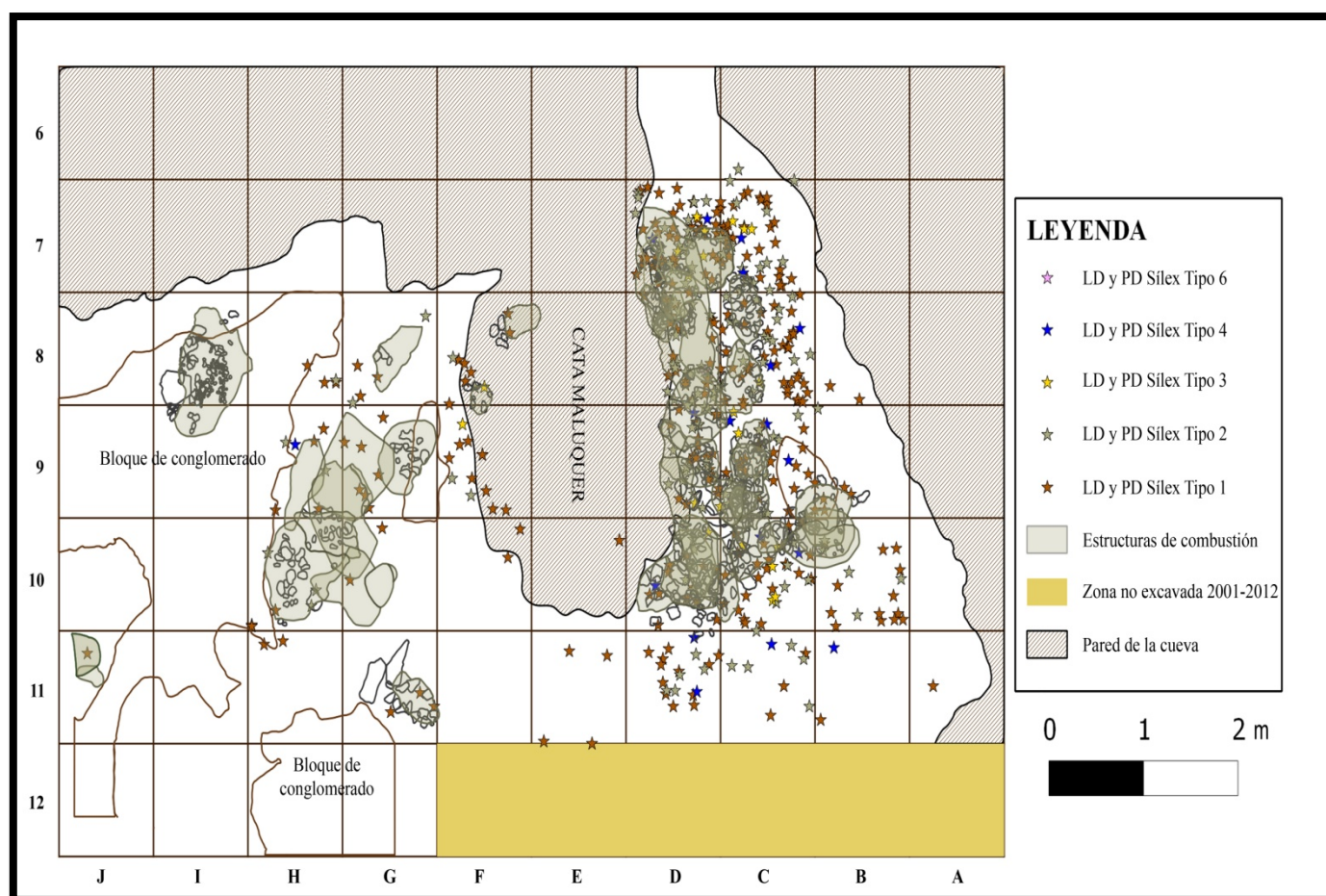


Fig. 357 – Distribución en planta de los elementos de dorso según el tipo de sílex.

La distribución de los elementos de retoque abrupto en planta (fig. 357) es desigual y se debe realzar la alta concentración de éstos en los cuadros de la cueva y en relación con las estructuras de combustión y sus proximidades. La presencia en el abrigo de estos elementos es muy reducida, por lo que la alta concentración detectada en cueva pudiera explicarse como posibles lugares de almacenamiento y stock -fundamentalmente en los cuadros 7C y 8C-, ya que como algunos autores han mencionado (Plisson 1985; Philibert 1996, en Calvo 2001), su uso requiere de una constante reparación y cambio.

#### 9.2.4.5 Buriles y perforadores

Se han identificado un total de 225 elementos, entre buriles y perforadores, en el conjunto estudiado, lo que representa un 13,56% de la totalidad de elementos (fig. 358). Los porcentajes de estos morfotipos en los diferentes litotipos dejan entrever la existencia de estrategias similares de explotación de los recursos para los cuatro principales litotipos. Así, en los cuatro principales litotipos los porcentajes de representación oscilan alrededor del 15%, siendo los más altos para el litotipo 4, donde los buriles y perforadores representan un 17,14%. En el litotipo 1 el porcentaje supera el 15% (15,44%) y en el litotipo 3 se acerca (14,29%). Los valores más reducidos los presentan los sílex evaporíticos del litotipo 2, con un 11,63%.

El análisis de distribución espacial de estos morfotipos (fig. 359) nos indica que los buriles poseen una relación directa con los hogares (tanto en el sector de la cueva como en el del abrigo). Este dato ya fue detectado en los niveles epipaleolíticos, donde los buriles se concentraban casi exclusivamente en torno a una estructura de combustión. Los perforadores también se sitúan próximos a las estructuras de combustión, y se debe destacar la concentración de tres perforadores realizados sobre sílex de tipo 3 en la zona del abrigo, próximos a un área de combustión (cuadro 9H).

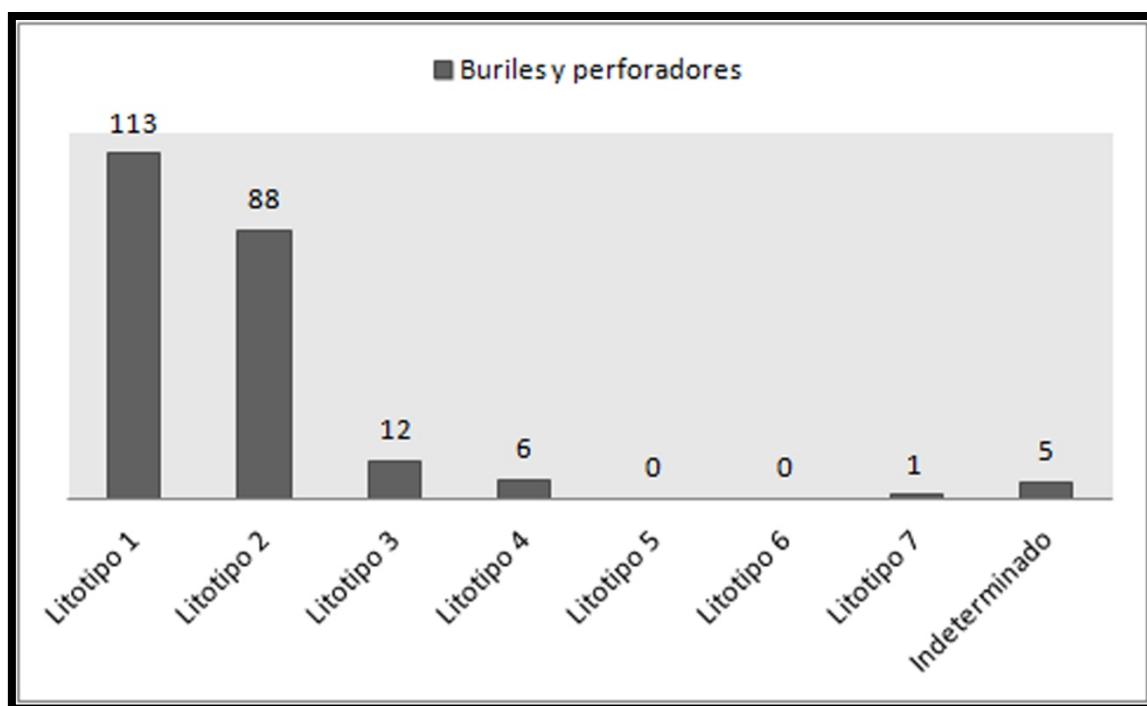


Fig. 358 – Representación de los buriles y perforadores identificados para cada litotipo.

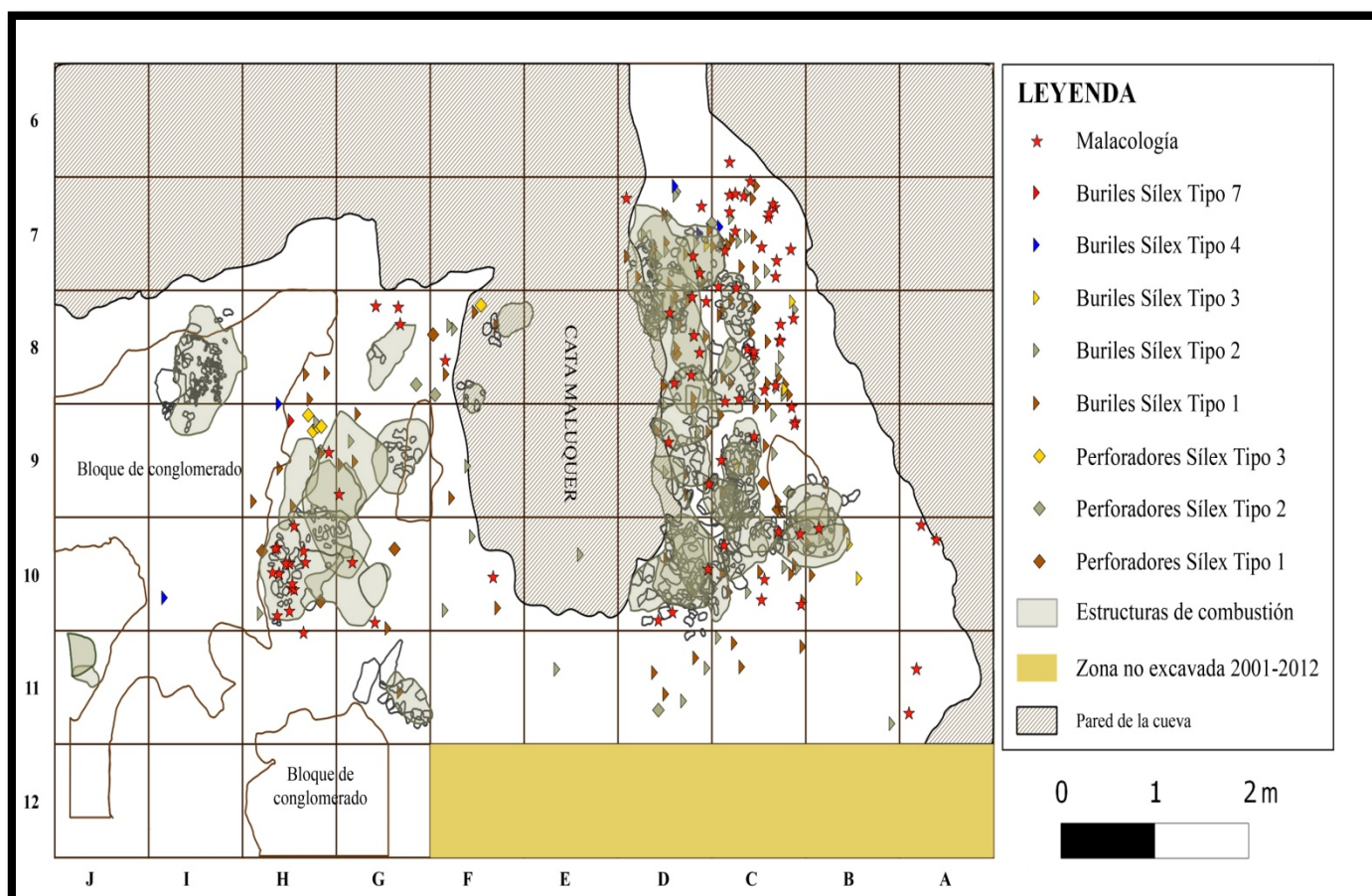


Fig. 359 – Distribución en planta de la malacología, los buriles y los perforadores.

Hemos distribuido en la misma representación la malacología aparecida en estas doce campañas de excavación, y se observa una estrecha relación entre estos objetos ornamentales y la localización de buriles y perforadores. Los estudios traceológicos ya evidenciaron el uso de los buriles en el trabajo del hueso (Calvo 1997) y los primeros análisis de la malacología apuntan a una perforación por percusión indirecta, en la que en raras ocasiones se procede a realizar un corte previo (Estrada *et al.* 2010).

La más alta concentración de malacología perforada se halla en los cuadros 7C y 8C, fuera de las estructuras de combustión, cerca de las áreas consideradas vertedero (cuadros en contacto con la pared de la cueva). No obstante, no debemos olvidar la concentración de hasta 17 *Theodoxus fluviatilis* en el cuadro 10H, aparecidos en la campaña de 2010 y agrupados en la EC48 (Fullola *et al.* 2013: 66).

### 9.2.5 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico

Con el objetivo de conocer mejor las estrategias de explotación empleadas en los diferentes litotipos, hemos procedido a relacionar estos datos con los obtenidos del análisis tecno-tipológico previo llevado a cabo durante las campañas de excavación, donde una vez extraído el material se procede a su estudio tecnológico y clasificación tipológica propuesta por G. Laplace (1974). Brevemente ya hemos expuesto en el apartado anterior algunas de las relaciones entre morfotipos y litotipos, pero ahora profundizaremos algo más.

Pese a identificar similitudes entre litotipos, debemos destacar la existencia de diferencias que van a aportar datos de gran valor para la posterior interpretación arqueológica (fig. 360). Así, en los sílex lacustres del tipo 1 observamos el predominio marcado de los elementos de retoque abrupto (58,33%). El segundo grupo en importancia son los elementos de retoque simple (17,35%) seguidos de los buriles (10,66%) y los núcleos (8,47%). Los útiles dobles, que en el apartado anterior fueron analizados por separado pero aquí hemos decidido unificarlos por tratarse de elementos poco frecuentes y que denotan un aprovechamiento intensivo de la materia, también están presentes (4,92%) y constituyen este grupo principalmente buriles dobles (44%) o buriles combinados con elementos de retoque simple (19,44%), entre otros.

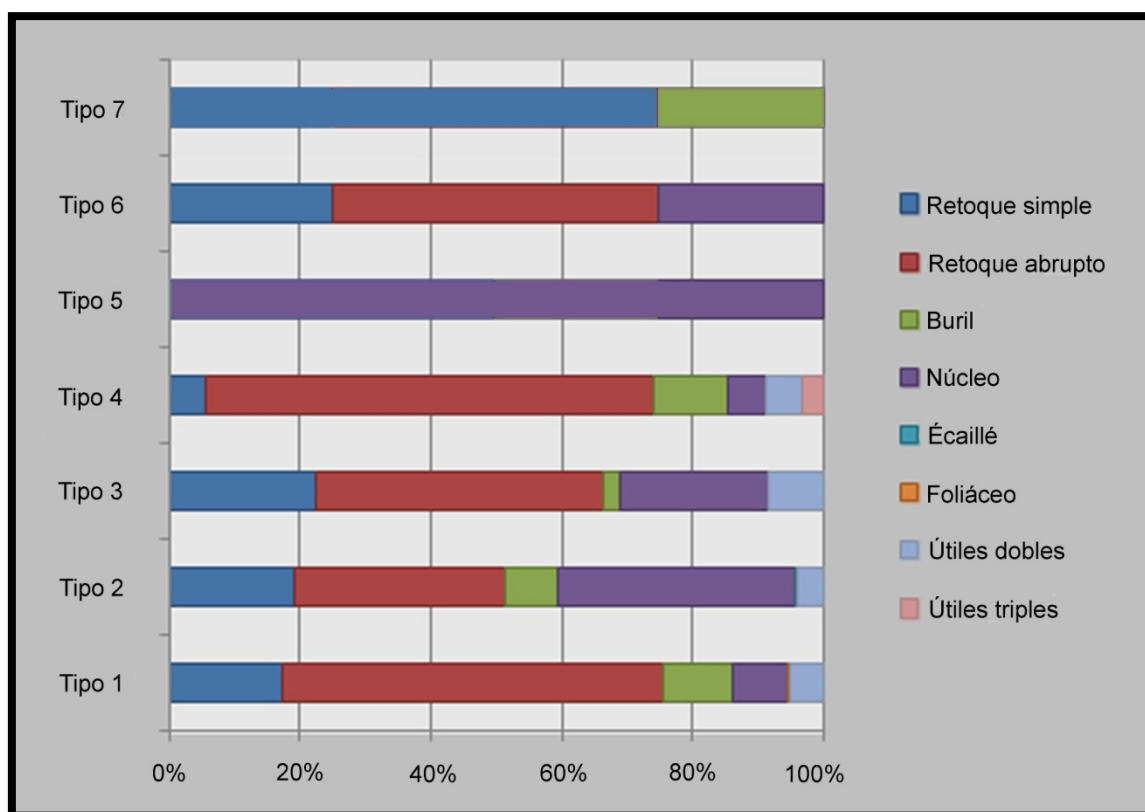


Fig. 360 – Clasificación tipológica de los elementos retocados en función del tipo de sílex.

En el litotipo 2 destaca la alta presencia de núcleos (36,19%), indicador no sólo de la talla y la configuración de este litotipo *in situ*, sino también de un temprano abandono previo al agotamiento. Los elementos de retoque abrupto representan el segundo grupo en importancia numérica (32,36%) y los de retoque simple el tercero (19,29%). Los buriles constituyen un 8% del conjunto y los útiles dobles un 3,70% (donde los buriles componen el 67,86% de éstos).

Los sílex adscritos al tipo 3 forman un conjunto en el que los elementos de retoque abrupto constituyen el componente principal (43,53%), aunque con porcentajes elevados identificamos elementos de retoque simple (22,35%) y núcleos (22,35%). Los núcleos están principalmente destinados a la confección de laminillas, pues el módulo de los soportes así lo indica (66% de tipo piramidal, 17% de morfología prismática y tan sólo un 17% de carácter poligonal). Los útiles dobles representan el 8,24% del conjunto, y los buriles el 3,53% restante.

En los sílex marinos del tipo 4 debemos destacar el alto porcentaje que representan los elementos de retoque abrupto (68,58%), siendo el segundo grupo en importancia los buriles, con un porcentaje claramente inferior (11,43%). Los núcleos y elementos de

retoque simple presentan similares proporciones (5,71% para ambos), de igual manera que los útiles dobles (5,71%). Se ha identificado un útil triple compuesto de un buril doble con raedera. La escasez de núcleos en el conjunto del utillaje denota que estamos ante un tipo de sílex que viaja al yacimiento como *toolkit*<sup>24</sup>.

Para los grupos minoritarios (tipos 5, 6 y 7), de los que únicamente se han reconocido escasos elementos (algunos núcleos, un buril y diversos útiles de retoque simple y abrupto), planteamos la hipótesis de estar ante núcleos aportados al yacimiento como tal y sobre los que *in situ* pudo desarrollarse la talla de los escasos útiles reconocidos.

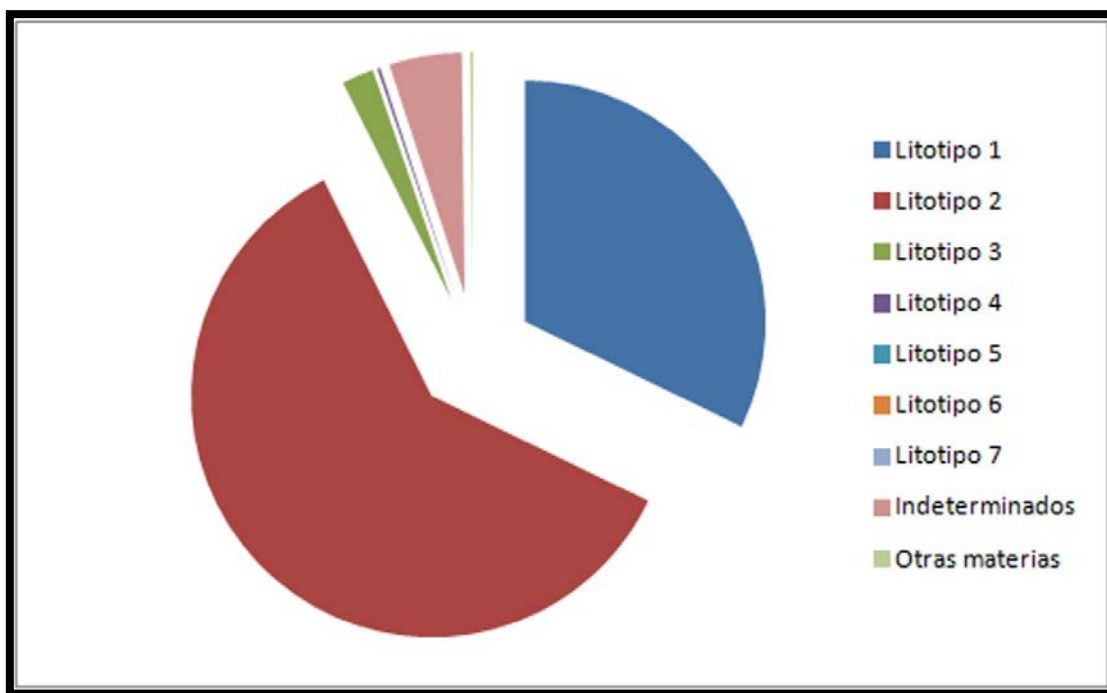
#### 9.2.6 Análisis de una muestra aleatoria de material no retocado

Al observar los resultados obtenidos del estudio arqueopetroológico y su relación con los análisis tecno-tipológicos, seleccionamos una muestra aleatoria de un 5% de material no retocado sobre la que aplicar el estudio arqueopetroológico. De algo más de 21.800 restos, escogimos al azar una muestra compuesta por 1.069 elementos procedentes de diferentes cuadros y campañas de excavación. Para llevar a cabo esa selección volcamos todo el material a una base de datos en Microsoft Excel a la que aplicamos la fórmula de selección aleatoria.

Los resultados obtenidos (fig. 361) son indicadores de las actividades de talla efectuadas en el yacimiento, incorporando nuevos datos sobre las estrategias de gestión de los recursos silíceos empleados. Así, un total de 646 elementos (60,43% del conjunto) se adscriben al litotipo 2, siendo el grupo mayoritario de la muestra seleccionada. Los sílex lacustres del tipo 1 representan el 32,18%, únicamente un 2,15% de la muestra se adscribe al tipo 3 y un 0,19% al tipo 4. No hemos hallado evidencias que puedan relacionarse con los litotipos 5, 6 y 7, ni tampoco nuevos tipos de sílex no identificados previamente entre el material retocado.

---

<sup>24</sup> Conjunto de útiles que viajan al yacimiento ya configurados o tras una configuración previa. *Toolkit* sería la traducción inglesa de “Caja de herramientas”.



**Fig. 361** – Adscripción de la muestra de no retocados a los diferentes grupos identificados.

Si tenemos en cuenta el peso total de cada grupo y la media estimada entre el peso total y el número de efectivos (fig. 362), observamos como los sílex del tipo 2 son los que presentan valores más elevados, pues se han identificado efectivos de grandes dimensiones. El resto de litotipos de los que se han hallado evidencias presentan dimensiones muy reducidas, con pesos cuyo promedio oscila entre 0,25 y 2,50 g.

De estos datos podemos extraer que el sílex del tipo 1 llegaría tras un primer desbastado y preconfiguración de los módulos de un territorio económico frecuentado desde la Cova del Parco. El tipo 2, que presenta unos efectivos de grandes dimensiones, se captaría en las proximidades del yacimiento, y los tipos 3 y 4, de dimensiones y pesos reducidos, viajaría con el grupo desde un territorio de captación situado en un radio más lejano.



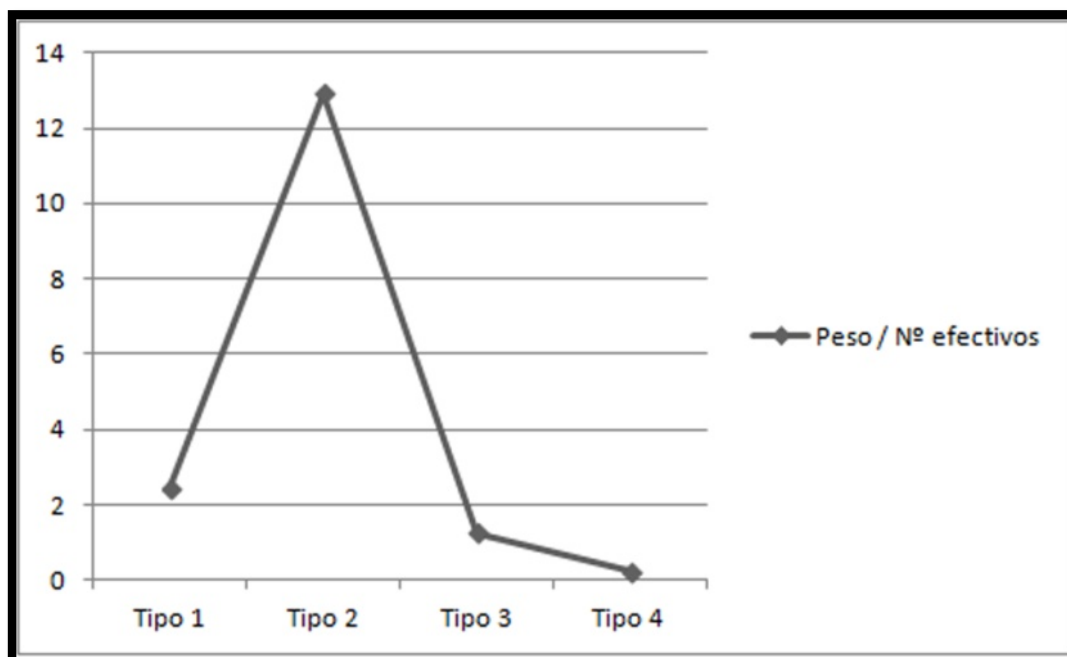


Fig. 362 – Representación del peso teórico por efectivo para los litotipos identificados en el material no retocado.

### 9.3 Conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense superior de la Cova del Parco

#### 9.3.1 Distribución de actividades en el yacimiento

El análisis de distribución espacial de los elementos en planta ha permitido identificar áreas con actividades diferenciadas, principalmente en función de la distribución de los morfotipos estudiados (fig. 363). Así, en el sector cueva y especialmente en la línea de cuadros D se localiza una concentración de hogares superpuestos con abundancia de material lítico y óseo. Estas áreas de combustión estructuran el espacio y distribuyen el material a su alrededor. Los fuegos del abrigo, con una cantidad mucho menor de material, serían hogares satélites o complementarios que funcionarían supeditados a los hogares principales de la cueva. Es en el sector cueva, además, donde tienen lugar las actividades de talla y reparación de los elementos de retoque abrupto, que guardan una estrecha relación con las estructuras de combustión. El trabajo del hueso y los elementos ornamentales de malacología también se realizaría en la cueva, donde aparecen en gran concentración, con una relación directa con los buriles. Sin embargo, el hallazgo en 2010 de un conjunto malacológico de 17 elementos en el cuadro 10H y asociado a la EC48 nos lleva a plantear la posibilidad que en la zona del abrigo también pudieron

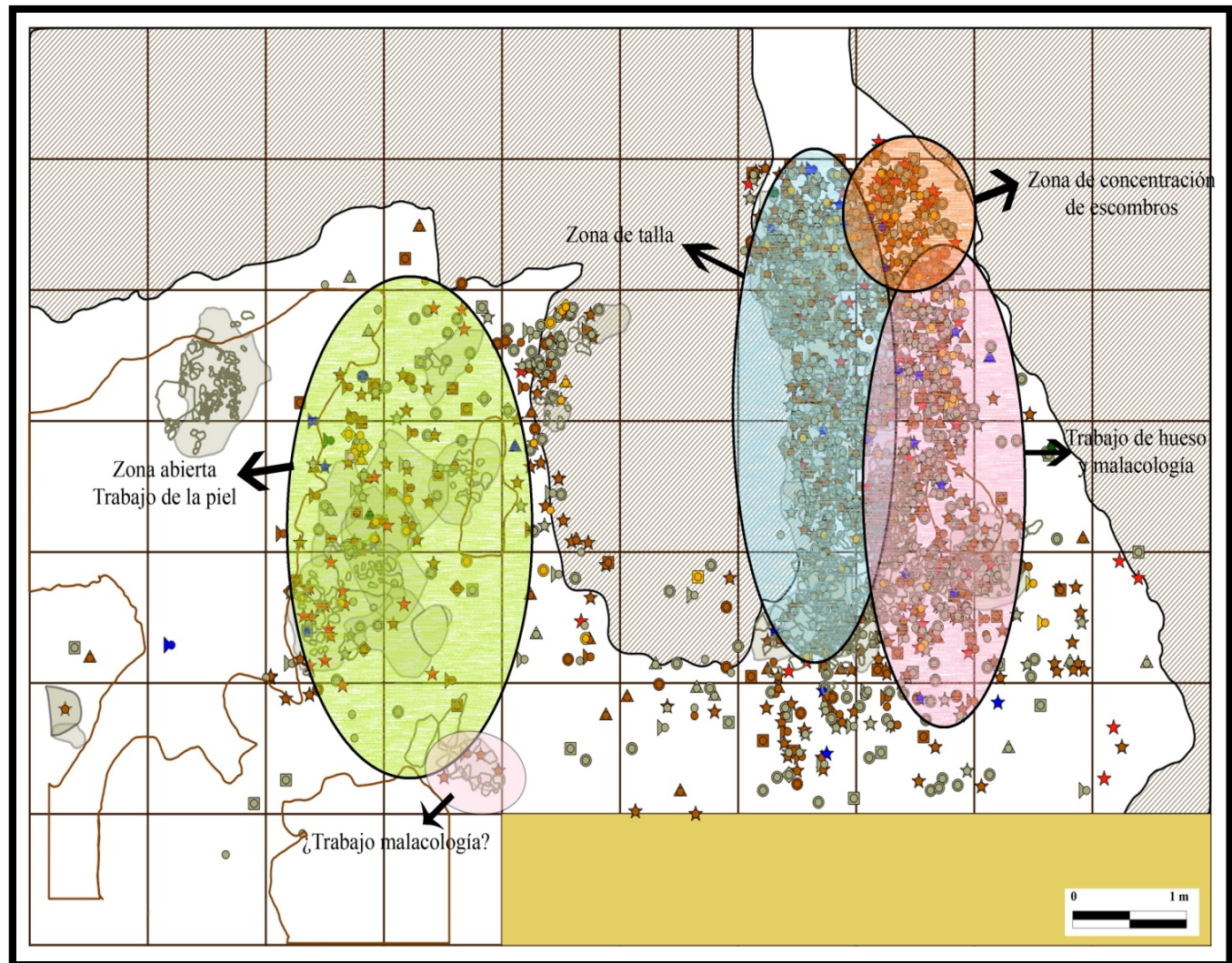


Fig. 363 – Distribución espacial en planta del material lítico retocado con la delimitación de posibles áreas de trabajo.

desarrollarse actividades del trabajo de hueso y elementos malacológicos. Por otro lado, en la zona más oriental de la cueva, y especialmente en el cuadro 7C, se identifica una alta concentración de núcleos (en su mayoría agotados). Para poder precisar con exactitud se debería realizar un estudio tecnológico en profundidad que fuera complementado con análisis traceológicos, pero apuntaremos la posibilidad de estar ante una zona vertedero, en la que se acumulan los deshechos de talla y aquellos elementos que, por diversos motivos, han dejado de tener un valor en la reproducción económica y social de los grupos humanos que ocupan la cueva.

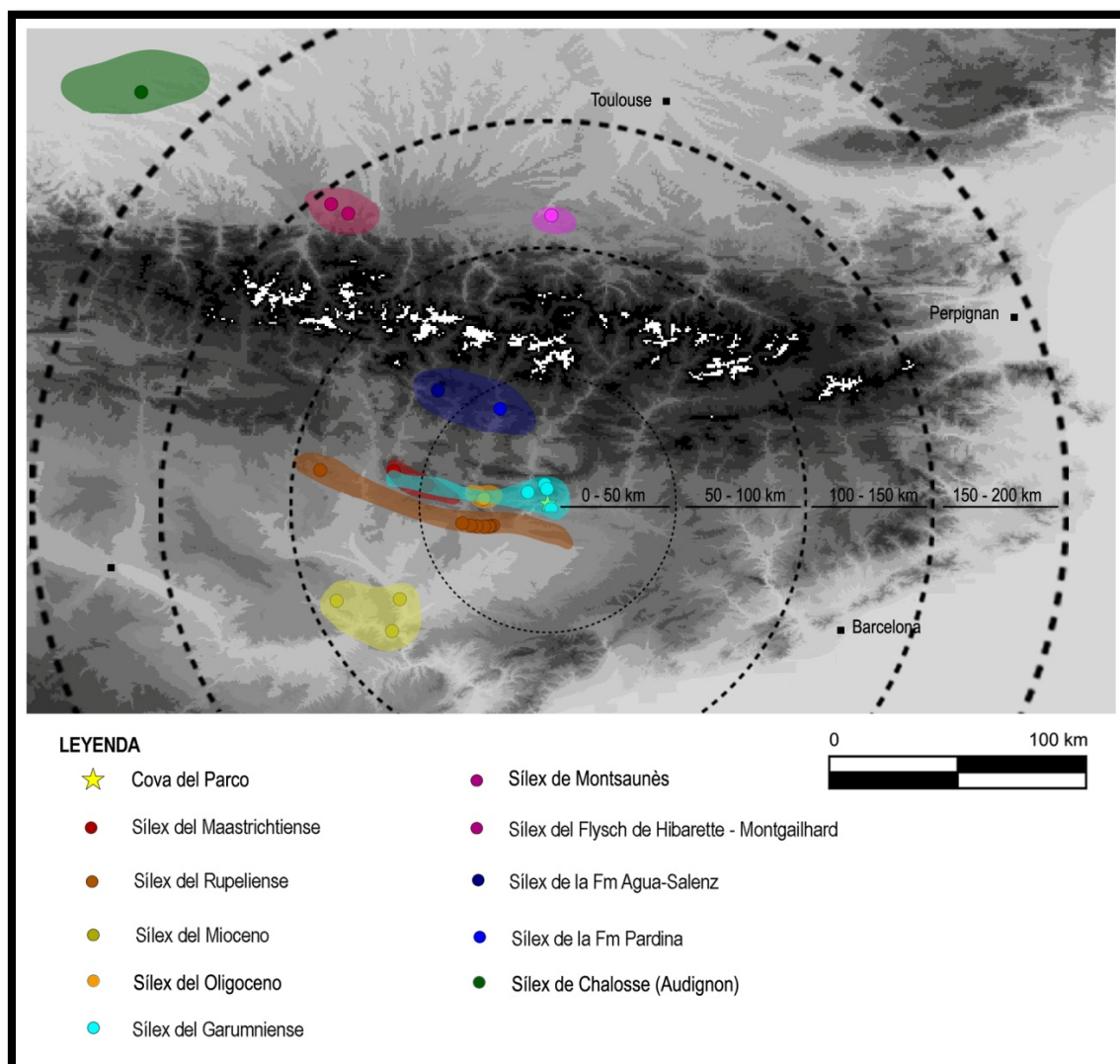
En el sector abrigo fueron identificados trabajos de ahumado de la piel en una estructura de combustión (Albert, Calvo y Mangado 1997), trabajos que pueden estar en relación con el alto porcentaje de raspadores y buriles que aparecen.

### 9.3.2 Áreas de captación de recursos líticos, circulación de materiales

Los datos que hemos presentado en este capítulo complementan los obtenidos por Mangado en el estudio de las capas del Magdaleniense superior final excavadas antes de 2001. El reconocimiento y descripción de nuevos litotipos mejora nuestra comprensión sobre los grupos que ocuparon la Cova del Parco, pero ahora debemos interpretar los datos obtenidos para obtener nueva información sobre las estrategias de explotación y gestión de los distintos recursos silíceos por los grupos que durante el Magdaleniense superior final y el Magdaleniense superior se asentaron en la Cova del Parco (fig. 364).

Podemos apuntar la existencia de un sílex de origen local, el litotipo 2, que tiene sus paralelos en los nódulos silíceos que se forman en las calizas del Garumniense, y que además es mayoritario en el registro arqueológico en número de ejemplares y en peso total. El alto porcentaje de núcleos vinculados a este litotipo sumado a las notorias dimensiones de los mismos nos permite observar su escaso aprovechamiento. Además, los resultados obtenidos del análisis de la muestra aleatoria de elementos no retocados, donde el litotipo 2 era el principal con piezas de grandes dimensiones, es un claro indicador de la talla en el yacimiento en toda la serie estratigráfica analizada, pues el estudio espacial denota una distribución homogénea a lo largo de la secuencia. De este modo, podemos concluir que este litotipo fue aportado al yacimiento en nódulos de grandes dimensiones que se trabajaron *in situ* sin un objetivo predeterminado de

consecución de un tipo de útil concreto, pues aparecen de manera recurrente elementos de retoque abrupto y de retoque simple. La menor aptitud a la talla de estos sílex respecto a los otros litotipos definidos podría explicar el bajo aprovechamiento de los nódulos, pues la proximidad de las fuentes de materia prima al yacimiento permitiría obtener nuevos nódulos y evitar así agotar el núcleo al máximo, como se hacía con otros litotipos.



**Fig. 364** – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los magdalenienses de la Cova del Parco.

Para los sílex del tipo 1, en cambio, se experimentan procesos de gestión y aprovechamiento claramente diferenciados. El origen de estos sílex se halla principalmente en un radio regional, en las calizas lacustres del Estampiense que afloran ampliamente en la Serra Llarga. Debemos destacar, no obstante, la posibilidad que una

parte de estos sílex puedan tener su origen en la facies lacustre de las calizas del Maastrichtiense que afloran en las primeras cordilleras prepirenaicas o en las silicificaciones del Oligoceno de Tartareu, ambos recursos situados en un radio regional. Asimismo, no deberíamos olvidar los sílex del Mioceno de la cuenca del Ebro, éstos ubicados en un radio más lejano del yacimiento, pero igualmente con silicificaciones de alta aptitud a la talla. A falta de analíticas más precisas que nos permitan establecer diferencias entre silicificaciones, por el momento debemos plantear la posibilidad de un múltiple origen para los sílex del litotipo 1.

El sílex del litotipo 1 experimenta unas estrategias de aprovechamiento que distan de las observadas con el litotipo 2, pues en este caso destaca el predominio de los elementos de retoque abrupto, esenciales en las actividades cinegéticas que, es de suponer, se desarrollarían en los terrenos escarpados al pie de la cueva y sus alrededores. Los núcleos están presentes en proporciones reducidas y éstos han sido explotados hasta su agotamiento. Así, pensamos que este litotipo fue aportado al yacimiento en bruto (pues se conservan algunas piezas con córtex total) o tras un primer desbastado en el exterior. La aparición de restos de talla de escasas dimensiones en la muestra aleatoria es un indicador de que en el yacimiento se llevaron a cabo actividades de talla. La relativa “lejanía” a las fuentes de aprovisionamiento desde el yacimiento explicaría el aprovechamiento intensivo de los nódulos, y el carácter predominantemente cinegético del conjunto vendría explicado por la mayor aptitud a la talla de estos materiales. Además, la aparición de este tipo de sílex de manera reiterada en la sección y su distribución en planta nos obliga a pensar que estamos ante un recurso recurrente para estos grupos humanos.

El tercer litotipo identificado, definido en la excavación como *pigat* debido a las altas concentraciones de óxidos metálicos y cuarzo detrítico, tiene su origen en los sílex del Flysch que afloran en las proximidades de Hibarette (afloramientos secundarios unidos a la existencia de talleres) y Montgaillard (afloramiento de sílex en posición primaria), situados en la vertiente norpirenaica, a más de 150 km de distancia del yacimiento, así como en los sílex que afloran en las calizas Nankin del Maastrichtiense, en las proximidades de Montsaunès, también en el Pirineo central. Estamos ante un tipo de sílex que, por un lado, denota la existencia de áreas de captación lejanas, pero que además nos permite verificar que existe un contacto entre ambas vertientes pirenaicas, circulando el sílex, al menos, en sentido Norte-Sur. Este dato es de gran valor, pues nos

permite afirmar que hubo una circulación humana y de materiales entre las dos vertientes pirenaicas, funcionando los Pirineos como zona de paso y contacto de poblaciones. Sobre las posibles vías de paso por las que pudieron cruzar los grupos humanos del fin del Paleolítico superior la cordillera pirenaica incidiremos posteriormente, cuando hayamos completado el estudio arqueopetroológico de los otros yacimientos analizados.

El litotipo 3, que generalmente presenta un grano fino, fue empleado fundamentalmente para la elaboración de útiles relacionados con las actividades cinegéticas (un 44% de los elementos retocados presentan retoque abrupto), aunque los elementos de retoque simple y los núcleos también están presentes (con porcentajes del 22% para cada grupo). Asimismo, también nos ha llamado la atención el alto porcentaje de elementos corticales, que si bien no son córtex totales, sí aparecen de manera testimonial en un 30% de las piezas analizadas. La presencia de rodamiento en algunos de esos córtex nos lleva a pensar que el área de captación podría estar situada en los afloramientos secundarios próximos a la localidad de Hibarette, que a su vez han sido considerados como talleres debido a la alta presencia de restos de talla.

La distribución espacial en planta del litotipo 3 no muestra grandes diferencias con la observada para los otros tipos de sílex, aunque debemos señalar que en sección sí denotamos divergencias. Especialmente en la sección oeste-este, este litotipo aparece en unas cotas lo suficientemente marcadas para hacernos pensar que estamos ante un tipo de sílex que apenas aparece en las capas del Magdaleniense superior final y cuya distribución se centra en el Magdaleniense superior. No podemos precisar que se trate de un sílex recurrente, pero tampoco que estemos ante un aporte puntual en un momento específico, pues las cotas en las que aparece no son lo suficientemente próximas para así creerlo, por lo que nos inclinamos a pensar en que fue un aporte que durante un periodo de tiempo concreto (pero no puntual) del Magdaleniense superior se empleó en las actividades desarrolladas en la Cova del Parco, produciéndose en el yacimiento algunos estadios de la cadena operativa lítica (un 2,2% del material no retocado analizado corresponde a este tipo de sílex). Su distribución en planta y la relación con los otros litotipos nos lleva a pensar que estamos ante un grupo que se incorpora a los litotipos ya explotados previamente para el desarrollo de las actividades fundamentales. De este modo, descartamos la idea de que se trate de otro grupo humano que en un momento puntual llega a la cueva y establece nuevos patrones de ocupación de la misma.

Los sílex adscritos al tipo 4, formados en un ambiente sedimentario marino, tienen su origen en las calizas del Coniaciense de la Formación Agua-Salenz y su extensión al este, la Formación Pardina. Los afloramientos más próximos localizados a día de hoy se sitúan a 50 km de la cueva, lo que nos lleva a plantear la existencia de un aprovisionamiento extra-regional para este tipo de sílex, pero no exógeno, del que los núcleos son escasos. Este sílex fue esencialmente utilizado para la elaboración de elementos de retoque abrupto, posiblemente en relación con su alta aptitud a la talla. Entre el material no retocado analizado únicamente hemos detectado un 0,2% de elementos elaborados sobre este litotipo, si no fue aportado al yacimiento como producto acabado, llegó en un estado avanzado de la cadena operativa lítica. Sorprende la distribución espacial de este litotipo, que se presenta muy disperso tanto en planta como en sección. A diferencia de lo observado en el caso anterior, este tipo de sílex se sitúa en todas las cotas que comprenden el paquete analizado, más frecuentes en las capas del Magdaleniense superior, en las que muestran una gran dispersión, y de manera puntual en las capas del Magdaleniense superior final. Esto nos hace pensar que estamos ante una explotación recurrente, pues queda patente en la observación de la sección, que en pocas cantidades llegaba al yacimiento como soporte acabado o en un estadio avanzado de la cadena operativa lítica, bien fruto de un intercambio entre grupos, bien fruto de un aprovisionamiento directo a una fuente de origen extra-regional.

Los litotipos 5 y 6, cuyo origen no ha podido ser identificado a día de hoy, presentan únicamente algunos elementos retocados (en el caso del litotipo 5 estamos ante una única pieza) y en el análisis del material no retocado no se ha reconocido ningún elemento adscrito a estos litotipos, por lo que pensamos que muy posiblemente estamos ante dos litotipos que llegaron al yacimiento de manera puntual, en forma de núcleos preconfigurados de los que, quizás *in situ*, pudieron producirse las piezas que a ellos se relacionan (caso del litotipo 6). La distribución en la secuencia estratigráfica de los mismos aporta datos de gran valor, pues en el caso del litotipo 6 aparecen materiales en los sectores cueva y abrigo, permitiéndonos llegar a la conclusión de que en el momento en que fue aportado al yacimiento este litotipo, ambos sectores funcionaron como una única superficie que presentaba cotas similares. La no observación de sílex con características similares en las formaciones geológicas analizadas para la vertiente norpirenaica y surpirenaica, junto con la aparición en el registro arqueológico de sílex de procedencias exógenas, nos inclina a pensar que posiblemente estemos ante sílex

cuyas áreas de captación sean lejanas y puedan ser objetos que, bien viajen con el grupo en sus diferentes territorios frecuentados a lo largo del ciclo anual, o bien sean el resultado de un contacto e intercambio entre grupos. En estos momentos no podemos afirmar estas últimas ideas, por lo que únicamente las planteamos como hipótesis.

El sílex incluido en el litotipo 7, del que únicamente se han identificado tres ejemplares, tiene sus paralelos con los sílex maastrichtienses que afloran en Chalosse, y más exactamente con la variedad que aflora en las proximidades de Audignon. La característica definitoria de estos sílex es la presencia de foraminíferos bentónicos (*Lepidorbitoides* sp.) junto con briozoos, bioclastos que hemos identificado en los ejemplares adscritos al litotipo 7. Sílex maastrichtienses con estos foraminíferos bentónicos afloran en zonas más próximas al yacimiento, como son los sílex maastrichtienses del Pirineo central (variedad Tarté según Séronie-Vivien *et al.* 2006) o lo que nosotros hemos definido en el capítulo quinto como sílex de Montsaunès-Ausseing y del Paillon. Una de las razones que nos lleva a pensar que estamos ante ejemplares que podrían ser originarios de Chalosse y no del Pirineo central es el hecho de que en el sílex maastrichtiense de Montsaunès-Ausseing y del Paillon es característica la presencia de intraclastos redondeados, estando algunos fuertemente ferruginizados. Además, de manera regular aparecen finos restos fibrosos de materia carbonosa, junto con la presencia de *Orbitoides media*, no identificada en los sílex maastrichtienses de Bastennes-Gaujacq y de Audignon. Por ese motivo consideramos que estamos ante sílex cuyos paralelos están en las silicificaciones de Audignon.

Asimismo, en la vertiente surpirenaica afloran sílex maastrichtienses con foraminíferos bentónicos, los correspondientes a la Formación Bona y a la Secuencia de Vallcarga, pero éstos presentan unas características que en nada se asemejan con los tres litotipos pertenecientes al sílex del tipo 7.

Los afloramientos de Audignon se sitúan a más de 200 km de distancia de la Cova del Parco, observando de nuevo otro ejemplo de un aprovisionamiento lejano. Además, la localización de dichos afloramientos al otro lado de la cordillera pirenaica es otra muestra de la existencia de una circulación humana y de materiales, al menos en sentido Norte-Sur. Además, debemos tener en cuenta que en los afloramientos secundarios del sílex del flysch de Hibarette, del que proceden los sílex del litotipo 3, fueron documentados sílex procedentes de Chalosse (hasta un 70% del sílex exógeno presente



en los talleres de Hibarette era de tipo Chalosse) (Séronie-Vivien *et al.* 2006). Estos datos nos permiten plantear la hipótesis de que los sílex adscritos al litotipo 7 pudieron recuperarse en los afloramientos de Hibarette, ya frecuentados para la captación del litotipo 3.

### 9.3.3 Movilidad humana en el Magdaleniense superior

La explotación de diversos tipos de sílex y la localización de las fuentes de aprovisionamiento de algunos de ellos nos permite ahondar en el conocimiento de las estrategias de movilidad y adquisición de materias primas que pudieron emplear los grupos magdalenienses que se asentaron en la Cova del Parco. Hasta el presente estudio se ha puesto de manifiesto la existencia de un conocimiento del entorno inmediato (uso del sílex evaporítico del Garumniense) así como el papel determinante que jugó el curso medio del río Segre en la explotación del sílex lacustre del Rupeliense, que aflora al sur del yacimiento en el contacto con la Cuenca del Ebro. Con estos dos puntos de afloramiento se pudieron documentar las áreas más frecuentadas por los grupos que se aprovisionaron de dicho material, quedando de manifiesto el territorio más transitado por los grupos del Magdaleniense superior final que ocuparon el yacimiento. Sin embargo, el estudio que en este capítulo hemos expuesto permite ahondar más en la descripción del territorio y la movilidad de los grupos humanos magdalenienses. El paquete estratigráfico analizado, definido como Magdaleniense superior a partir de una cota de -280/-290 cm, presenta similares características a las ya observadas en el estudio realizado por Mangado. No obstante, y si bien podemos ratificar que durante fases más recientes (Magdaleniense superior final y Epipaleolítico) el conocimiento del entorno inmediato era esencial y la relación con el curso medio del río Segre fue muy importante para la explotación de los recursos situados en el contacto con la Cuenca del Ebro, la aparición de nuevos litotipos permite ampliar el radio de territorio frecuentado.

La documentación en el registro arqueológico de sílex cuyo origen se sitúa en la cordillera pirenaica, concretamente al sur del macizo del Turbón, en el valle del Lierp, nos lleva a ensalzar el papel que pudieron jugar los ríos Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana para el aprovisionamiento de dicho recurso y apunta hacia un territorio que se expande hacia el norte, ya en pleno Pirineo central. Del mismo modo, el hallazgo entre el material arqueológico analizado de sílex procedentes de la vertiente

norpirenaica amplía aún más el territorio frecuentado por los grupos magdalenienses que ocuparon la Cova del Parco, denotando la existencia de una movilidad a través de los Pirineos.

El sílex, como marcador de un territorio, nos aporta datos sobre el territorio que tuvieron que conocer y frecuentar los cazadores-recolectores magdalenienses que se asentaron en la Cova del Parco. Si analizamos el mapa en el que señalamos la localización del yacimiento y de las áreas potenciales de captación de sílex, observaremos como existe un territorio alrededor del yacimiento que es frecuentado de manera recurrente para el aprovisionamiento de sílex (concretamente los litotipos 1 y 2) pero también identificaremos un territorio conocido y explotado por los grupos magdalenienses que se sitúa al noroeste del yacimiento. La aparición de sílex procedente del macizo del Turbón abre el radio de explotación al norte, en el que, como ya hemos indicado, los cursos fluviales del Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana pudieron jugar un importante papel facilitando esta comunicación. Pero la presencia en el registro de sílex cuyo origen se sitúa en la vertiente norpirenaica nos está indicando que el territorio explotado por los magdalenienses de la Cova del Parco se extiende hasta el otro lado de la cordillera pirenaica.

Cruzar el Pirineo durante el Tardiglaciario no tuvo que ser tarea fácil, y debemos entender que se buscaron los pasos más accesibles para llevar a cabo dicha empresa. Los pasos, *a priori*, más aptos para el paso fueron aquellos situados a una menor altitud, como pueden ser los de los márgenes pirenaicos por el Este o el Oeste, pero las áreas de captación de materiales apuntan a posibles pasos más centrales como zonas para cruzar el Pirineo. Sobre esta cuestión profundizaremos más adelante, una vez hayamos concluido el análisis arqueopetroológico del resto de yacimientos objeto de estudio y teniendo en cuenta la literatura científica sobre el glaciario en los Pirineos durante el Tardiglaciario y los vestigios arqueológicos que puedan apoyar esta hipótesis.

Por último, quisiéramos aprovechar el marco de este capítulo para analizar los cambios experimentados a lo largo de la cronología de la Cova del Parco en lo referido al aprovisionamiento de materias primas líticas. Si bien en esta tesis hemos estudiado el paquete sedimentario adscrito al Magdaleniense superior, a lo largo del capítulo también hemos mencionado la aparición de algunos cambios en el registro arqueológico que llevan a pensar que en los años venideros puedan excavar fases más antiguas del

Magdaleniense (posible Magdaleniense medio). Recordemos que en el estrato VI de la Cata Maluquer fue datado un carbón en  $14300 \pm 150$  BP (GifA - 95552) (Bergadà 1998). No obstante, teniendo en cuenta que se trata de unos primeros indicios y no se han observado todavía cambios claros en el registro arqueológico, hemos optado por simplemente mencionar que a partir de una cota de -304/-306 cm podríamos estar ante fases más antiguas del Magdaleniense.

En este capítulo hemos observado cómo en el paquete sedimentario del Magdaleniense superior los radios de abastecimiento de recursos líticos son amplios. Por un lado hemos hallado sílex de ámbito local y regional, que son los elementos mayoritarios del conjunto, junto con otros cuyo origen se sitúa en lo que se conoce como radio extra-regional o exógeno. El hecho de hallar en el registro arqueológico sílex tan diversos y con radios de aprovisionamiento tan amplios ayuda a reforzar la hipótesis que podemos estar ante fases más antiguas del Magdaleniense, pues en el Magdaleniense medio y especialmente en la vertiente norpirenaica, se documenta una ampliación de los radios de aprovisionamiento, denotando la existencia de amplios territorios y una importante red de intercambio de materias líticas (Langlais 2007).

De este modo, si tenemos en cuenta los resultados obtenidos del estudio arqueopetroológico de los niveles del Magdaleniense superior, Magdaleniense superior final y Epipaleolítico de la Cova del Parco, es posible observar una reducción de los radios de aprovisionamiento a medida que avanzamos en el tiempo. Así, si bien durante el Magdaleniense superior se explotan recursos silíceos ubicados en un radio local, regional y extra-regional, en el Magdaleniense superior final únicamente hallamos sílex regionales y locales, siendo el territorio de abastecimiento más reducido. Además, si tenemos en cuenta el Epipaleolítico de la Cova del Parco (Mangado 2002) observaremos cómo en este caso también aparecen sílex de origen local y regional, pero a diferencia del Magdaleniense superior final, los sílex de origen local (tipo 1) aparecen en un porcentaje muy superior al caso anterior, denotando la reducción aún más de los territorios de abastecimiento.

A través del análisis de las materias primas líticas hemos podido observar cómo el territorio de explotación de los cazadores-recolectores que ocuparon la Cova del Parco se fue reduciendo a lo largo del tiempo. Las causas certeras no las sabemos pero podemos intuir algunas hipótesis. Durante los últimos momentos del Magdaleniense

superior y a lo largo del Epipaleolítico tuvo lugar una mejora de las condiciones climáticas, que pudo condicionar las estrategias de adquisición de materias líticas. Por un lado, vinculada a esta mejora climática se tiene constancia del aumento de recursos disponibles, que permitirían permanecer más tiempo en un mismo territorio sin verse obligados a marchar por la inmediata escasez de recursos. Por otro lado, ligado también a esta mejora climática, se detecta el aumento de la vegetación en el espacio geográfico, pudiendo dificultar en algunos casos la movilidad en determinados lugares. Estos factores pudieron condicionar la explotación de los recursos líticos, reduciendo cada vez más los territorios frecuentados y provocando una regionalización económica de estas comunidades humanas.

## **10. ESTUDIO ARQUEOPETROLÓGICO DE UNA SELECCIÓN DE YACIMIENTOS MAGDALENIENSES NORPIRENAICOS: LAA2 (ARUDY, PYRÉNÉES ATLANTIQUES), LA CAUNE DE BELVIS (BELVIS, AUDE) Y CRÈS (BÉZIERS, HÉRAULT)**

En este décimo capítulo se presentan los resultados del estudio arqueológico de una selección de yacimientos magdalenenses situados en la vertiente norpirenaica. Durante nuestra estancia predoctoral en la Universidad de Toulouse, además de estudiar la litoteca y conocer las características de las rocas silíceas que afloran en la vertiente norte de los Pirineos, quisimos analizar los materiales de algún yacimiento magdalenense ubicado en esta zona. No obstante, por problemas ajenos a nuestra voluntad ha sido imposible tener acceso a los materiales magdalenenses de la cueva-abrigo de Moulin (Troubat, Hautes-Pyrénées), situado en un punto clave para nuestro objetivo de estudiar la movilidad humana durante el Magdaleniense.

Sin embargo, gracias a la predisposición de los Dres. J. M. Pétillon, D. Sacchi, F. Bon y M. Langlais fue posible estudiar otros conjuntos magdalenenses. Los yacimientos analizados han permitido documentar tres ocupaciones en distintos enclaves pirenaicos: Laa2 en el Pirineo occidental, Belvis en el Pirineo centro-oriental y Crès, al norte del Prepireneo oriental.

No ha sido nuestro objetivo realizar un estudio en profundidad como los llevados a cabo para los niveles magdalenenses de Montlleó, Cova Alonsé, el Abrigo de Forcas I y la Cova del Parco, sino establecer una primera aproximación al conjunto de materiales para observar a grandes rasgos qué litotipos aparecen y poder detectar la presencia o no de sílex de la vertiente surpirenaica en yacimientos norpirenaicos. Es por ello que no hemos dedicado tres capítulos de esta tesis para cada uno de los tres yacimientos estudiados, pues hemos preferido unificarlos en el presente capítulo con el fin de poder aportar nuevos datos a un estudio arqueopetroológico que, reiteramos, deberá ser profundizado aplicando técnicas de análisis más precisas.

## 10.1 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de Laa2 (Arudy, Pirénées Atlántiques): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento

### 10.1.1 El yacimiento de Laa2

La cueva de Laa2 se encuentra al suroeste del pueblo de Arudy, en el Valle de Ossau, a 457 m de altitud snm (fig. 365). Su descubrimiento parece remontarse al año 1983 cuando, en el marco de una prospección del macizo en el que se halla la cavidad, fue descubierto el yacimiento. En ese mismo año tuvo lugar una excavación clandestina que dañó una superficie de 3 m<sup>2</sup> y de 1 m de profundidad (Dumontier *et al.* 2010: 5-7).

La entrada principal de la cavidad se encuentra al nordeste del macizo calizo de Garli. La parte externa, de 7,50 m de longitud y con una altura media de 1,80 m, se abre sobre un importante cono de deyección interno y externo. La sala de entrada (sala 1), de 8 x 7 m, posee una pendiente en la continuidad del cono de deyección y en ella se han hallado evidencias de una ocupación de la Antigüedad Tardía y la Protohistoria. A 6 m de la entrada se abre hacia el oeste una pequeña sala de 5 x 5 m (sala 2) (Dumontier *et al.* 2010: 7).

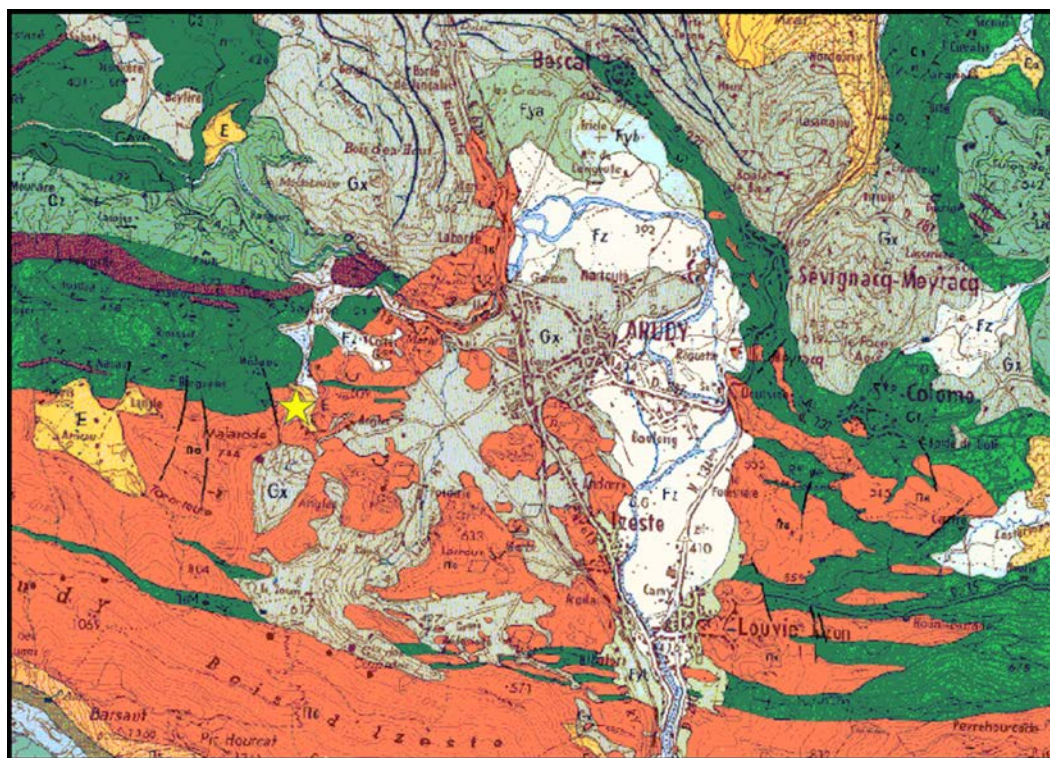


Fig. 365 – Localización de Laa2 (mapa geológico a escala 1:50.000). Fuente: Dumontier *et al.* 2010: 5. Modificado.

El paso entre la sala de entrada y la galería que desciende, de unos 3 m, mostraba un alineamiento de bloques acumulados que supuestamente pertenecían a una estructura de cerramiento total o parcial de este paso. Tras este paso se encuentra la Sala 3. En ella se reconocen acondicionamientos importantes de bloques voluminosos que forman terrazas. Por un camino entre estos bloques se llega a la sala 4, que presenta una superficie de 7 x 7 m. Posteriormente la galería se transforma en un estrecho pasaje que conduce a una pequeña sala de entrada de cerca de 12 m<sup>2</sup>, que se abre al otro lado del macizo. Esta sala ha sido denominada Laa3 y han aparecido niveles del Neolítico final y Mesolítico. Así, la cavidad constituye un conjunto de 43 m de largo con una galería principal de 7 m de ancho (Dumontier *et al.* 2010: 9).

En la sala 4 han sido halladas evidencias de ocupaciones del Paleolítico superior. En el año 2006 se abrió un sondeo de 1m<sup>2</sup> que permitió identificar, bajo una plancha estalagmítica, dos niveles magdalenenses. En 2009 el sondeo se amplió hasta ocupar una superficie de 2 m<sup>2</sup>, que fue acabada de excavar en 2010 y permitió aumentar los vestigios arqueológicos recuperados y precisar así en la atribución cronocultural. De este modo, los elementos diagnósticos de las industrias óseas y líticas son coherentes con una sucesión Magdaleniense medio – Magdaleniense superior (Dumontier *et al.* 2010: 57-59) (fig. 366).

Se han diferenciado un total de 14 unidades estratigráficas, que a continuación explicamos detalladamente (Dumontier *et al.* 2010: 64-65):

- Superficial: Esta capa está asociada a bloques dispuestos sobre el suelo estalagmítico. El material que aparece ha sido desplazado de su posición original.
- UE 4001: Fina capa superficial sobre la que reposan carbones muy alterados y fragmentos de cerámica (potencia máxima: 5 cm).
- UE 4002: El material está contenido en unas arcillas marrón-anaranjado que forman lenticulas discontinuas (potencia máxima: 2 cm).
- UE 4003: Esta UE se incluye en un suelo estalagmítico con cantos de caliza decimétricos. Bajo esta UE se han reagrupado 3 US (4003, 4005 y 4006), por presentar todas idénticas características. El material es escaso y muy disperso (potencia máxima: 20 cm).

- UE 4006: Esta UE se ha individualizado por el cambio en la densidad de material (especialmente reflejado en la aparición de numerosos pequeños vestigios y de carbones). El sedimento, de coloración beige a gris, aparece englobando abundantes bloques calizos con aristas vivas (potencia máxima: 10 cm).
- UE 4006b (base): La aparición de una superior densidad de material lleva a separar esta UE de la 4006 (potencia máxima: 5 cm).
- UE 4007: Se trata de escasas piezas contenidas en un sedimento arcilloso marrón-anaranjado discontinuo.
- UE 4008: La densidad de material aumenta sustancialmente, en particular en lo concerniente a las piezas líticas. No hay una orientación preferente del material y la pendiente es globalmente regular. La coloración del sedimento es localmente negra debido a la aparición de numerosos carbones en mal estado concentrados en una nueva serie de bloques con intersticios, en los que se ha introducido el material arqueológico (potencia máxima: 7 cm).
- UE 4009: En esta UE se han agrupado las piezas arqueológicas halladas entre los bloques señalados anteriormente (potencia máxima: 15 cm).
- UE 4010: Importante densidad de material, similar a la hallada en la UE 4008, aunque con mayor presencia de restos óseos. El sedimento, de consistencia arcillosa y de coloración marrón claro, es globalmente homogéneo y recubre un nuevo episodio de desprendimientos (potencia máxima: 10 cm).
- UE 4011: Se trata de una unidad que agrupa el material hallado entre bloques (potencia máxima: 20 cm). Se trata en este caso de bloques con aristas vivas y de grandes dimensiones que a menudo presentan fracturas, probablemente como consecuencia de la acción del hielo.
- UE 4012: El material se incluye en un sedimento compacto y húmedo, de color marrón, que contiene abundantes gravas y guijarros de módulos variados (potencia máxima: de 30 a 50 cm). El material arqueológico no presenta una orientación preferente.
- UE 4013: El material arqueológico, especialmente los sílex, se rarifican, puesto que la proporción de guijarros en el relleno aumenta y el sedimento toma una coloración gris. Este sedimento recubre una nueva serie de bloques. Se trata de una UE que no ha sido excavada en su totalidad (potencia superior a 20 cm).



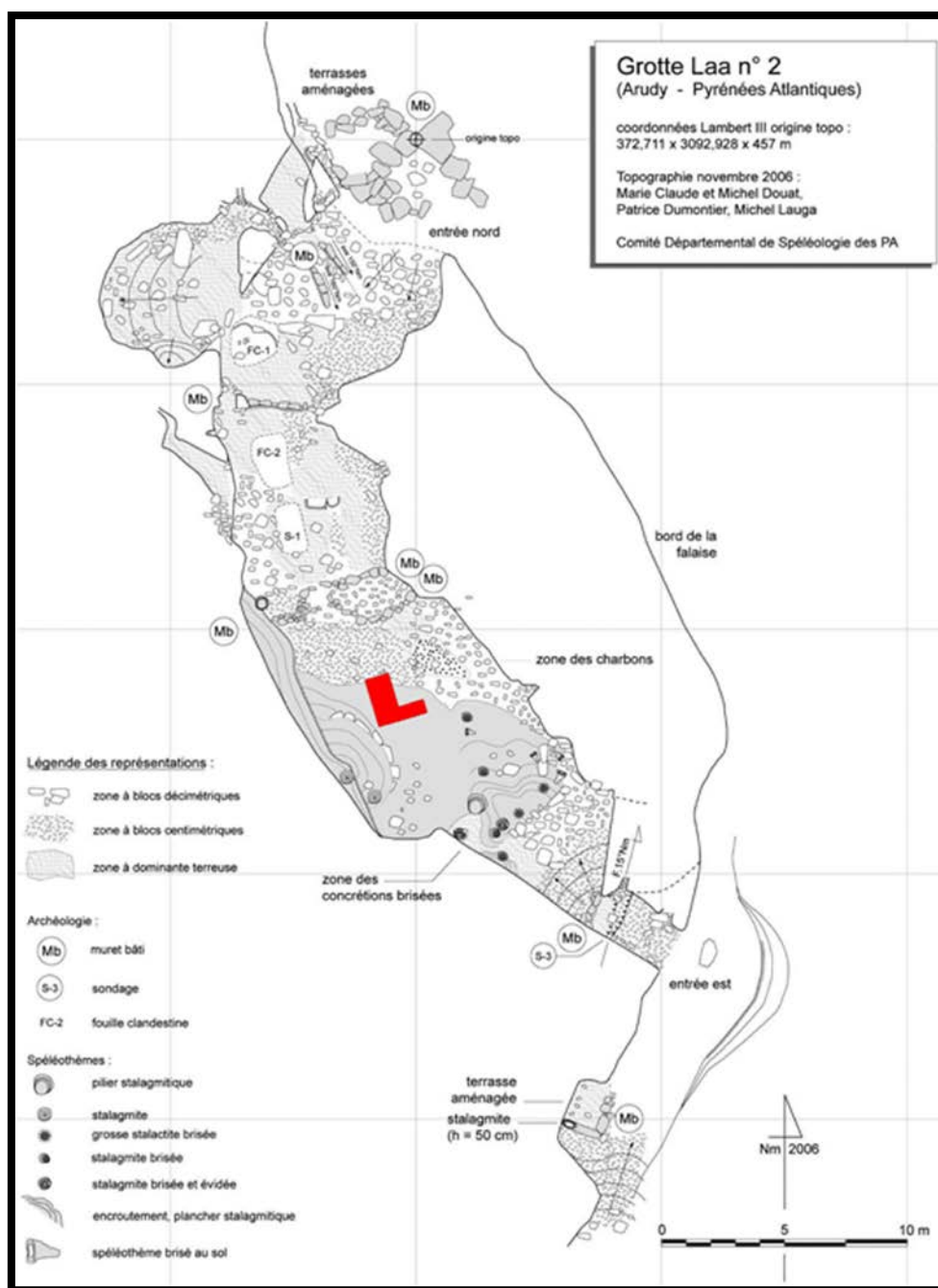


Fig. 366 – Esquema de la cavidad con las distintas salas identificadas. En rojo, el sondeo de la sala 4. Fuente: Dumontier *et al.* 2010: 10.

El material aparecido en las UE superiores (4003 a 4006) se asocia a un Magdaleniense superior, confirmado por una datación de un hueso no quemado de la UE 4007: 12552±83 BP (Erl 11112) (Dumontier *et al.* 2006). Este Magdaleniense superior estaría precedido de un Magdaleniense medio, documentado en las UE 4010 a 4012 y fechado en 14252±94 BP gracias a un hueso no quemado de la UE 4010 (Erl 11113) (Dumontier *et al.* 2006). Por otro lado, la aparición de tres elementos de industria ósea (elementos

de proyectil de base hendida) en la base de la UE 4009 y el techo de la UE 4010 permite evocar la posible existencia de un Magdaleniense superior antiguo entre estos dos niveles magdalenenses (Dumontier *et al.* 2010: 73-74).

El material arqueológico de ambos niveles magdalenenses refleja la existencia de actividades variadas (figs. 367 y 368). Los indicios de caza son particularmente presentes: talla laminar orientada a la producción de elementos de proyectil, restos de fabricación de puntas en asta de cérvido y fragmentos de puntas fracturadas por el uso; así como vestigios de ungulados abundantes, muy diversificados y bien conservados, denotando el tratamiento de las carcasas completas. El utillaje lítico y óseo (raspadores, buriles, alisadores, perforadores, agujas) marca igualmente el tratamiento de materias orgánicas. El utillaje recuperado evidencia la existencia de una explotación de herbívoros (el reno, principalmente), la explotación no alimentaria de ciertas especies de aves (hallazgo de tendones, plumas...) y de manifestaciones gráficas (una escápula grabada) (fig. 369) (Dumontier *et al.* 2010: 74).



**Fig. 367** – Núcleos de laminitas hallados en la UE 4010 (Magdaleniense medio). Fuente: Dumontier *et al.* 2010: 79.



Fig. 368 – Elementos de proyectil en asta de cérvido. Fuente: Dumontier *et al.* 2010: 89.

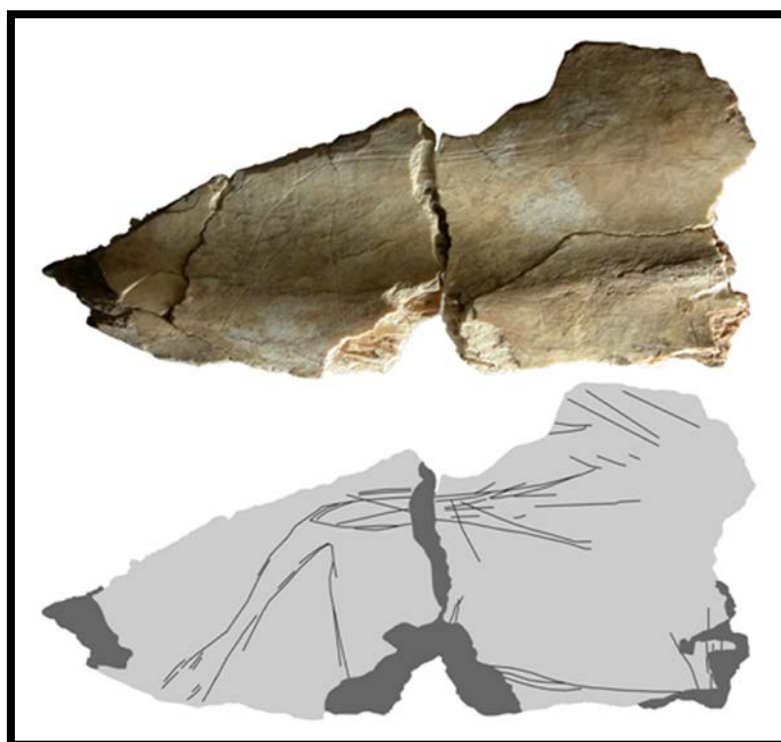


Fig. 369 – Fragmento de omóplato de ciervo con grabados hallado en la UE 4010/4011. Fuente: Dumontier *et al.* 2010: 91.

### 10.1.2 Resultados del estudio arqueopetroológico

Una primera observación macroscópica de las materias líticas halladas en Laa2 fue realizada en 2006 y 2009 por C. Normand (Dumontier *et al.* 2006, 2009). Se trata de una primera clasificación, en la que fue posible identificar 14 variedades litológicas (Dumontier *et al.* 2009: 144-146):

- *Type 1: ce silex, à grain fin et dont la patine, gris claire, fait ressortir une multitude de tous petits points noirs, est à placer parmi ceux du Crétacé supérieur. Il paraît proche de variétés connues dans certains Flysch nord-pyrénéens. Ainsi, les zones d'approvisionnement pourraient être liées à des affleurements situés au maximum à quelques dizaines de kilomètres vers le nord.*
- *Type 2 : silex à grain fin, patiné en beige, contenant de nombreux fossiles de petite dimension. Provenance inconnue.*
- *Type 3 : il s'agit d'un silex caractéristique des formations du Flysch crétacé qui dessinent une très longue bande depuis les environs de Tarbes jusqu'à la Côte basque (Normand 2002). Les gîtes les plus proches actuellement connus sont signalés à une trentaine de kilomètres au nord.*
- *Type 4 : ce silex est très similaire à la variété « a » attribuée au Campanien (Normand 2002) que l'on retrouve en abondance en Chalosse occidentale (rides de Tercis-Angoumé et de Saint-Lon-les-Mines) et dans certaines zones du Béarn (en particulier dans les environs de Salies-de-Béarn et de Monein). Dans ces dernières, des gîtes sont disponibles à une distance comprise entre 30 et 60 km mais il est très probable qu'il en existe de plus proches.*
- *Type 5 : y a été rangé un silex à grain assez fin, patiné en beige et avec un grand nombre de petites ponctuations brun-orangé, dont l'origine géologique et géographique est inconnue à ce jour. A. Tarriño, consulté, y a trouvé plusieurs convergences avec un silex aragonais mais des analyses plus poussées seront nécessaires pour une éventuelle confirmation (Tarriño com. pers.).*
- *Type 6 : ce silex noir, opaque, avec une microcristallisation marquée, correspond très probablement au silex de type Iholdy (Normand 2002) repéré pour l'instant à près de 35 km au nord-ouest d'Arudy.*
- *Type 7 : le silex correspondant ressemble assez fortement à une variété rencontrée en Chalosse centrale, le silex d'Audignon (Normand 2002 ; Bon*

2002). Toutefois, des rognons contenant un silex très proche ont été découverts à une vingtaine de kilomètres d'Arudy (com. pers. P. Dumontier).

- Type 8 : ce silex ressemble à une variété décrite sur le versant sud des Pyrénées, le silex d'Urbasa, tant en Alava qu'en Aragon (Tarrío 2001).
- Type 9 : c'est un silex bicolore, gris et orangé, à grain assez fin. Il ressemble très fortement au silex de la région de Bergerac (Dordogne).
- Type 10 : nous avons mis ici des silex appartenant à d'autres types que les précédents sans pour autant pouvoir être rattachés à des variétés bien définies.
- Type 11 : silex brûlé.
- Type 12 : variétés de silex non déterminables précisément mais appartenant à un des 9 premiers types.
- Type 13 : cristal de roche.
- Type 14 : lydienne.

Durante nuestra estancia predoctoral en la Université Toulouse II – Le Mirail, y gracias a la amabilidad del Dr. Jean-Marc Pétilon, a quien de nuevo agradecemos su apoyo, pudimos acceder a analizar una parte de la industria lítica recuperada en el sondeo de la sala 4 de Laa2. En concreto, fueron estudiados 418 artefactos, lo que supone un 25,47% del total de la industria lítica recuperada en el yacimiento (tabla 7).

UE	TOTAL ART.	ART. ESTUDIADOS	ART. EST / TOTAL
4003	16	14	88%
4006	53	21	40%
4007	12	4	33%
4008	77	48	62%
4009	19	16	84%
4010	284	101	36%
4010/11	412	93	23%
4011	344	63	18%
4011/12	74	11	15%
4012	319	35	11%
4013 (no finalizada)	31	10	32%

Tabla 7 – Totalidad de la industria lítica del sondeo de la sala 4 de Laa2 y efectivos estudiados.

En la tabla 1 se detalla la totalidad de material recuperado para cada UE y el número de efectivos que hemos analizado. Como se observará, el porcentaje estudiado para los elementos líticos adscritos al Magdaleniense superior alcanza el 55% de la totalidad del conjunto. En cambio, para el conjunto del Magdaleniense medio fueron analizados un 22% de los efectivos. Esto se debe, principalmente, a que buena parte del material lítico correspondiente a estas UEs estaba en curso de estudio por otros especialistas. No obstante, consideramos significativos los porcentajes estudiados y es por ese motivo que incluimos este estudio en la presente tesis doctoral.

#### 10.1.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

La práctica totalidad de la industria lítica analizada está realizada sobre sílex, que alcanza un porcentaje de un 96,6%. El restante 3,4% lo constituyen 7 liditas, 3 cristales de roca, 2 calizas, 1 roca metamórfica y una posible madera silicificada.

Hemos estudiado los 414 elementos en sílex en una escala de observación macroscópica, con ayuda de una lupa binocular LEICA modelo MZ 95 y una fuente de luz fría complementaria modelo SCHOTT KL 1500 compact. Las instantáneas se han tomado con una cámara acoplada ProgRes C3. Como resultado, ha sido posible identificar cuatro silicificaciones con características particulares (fig. 370).

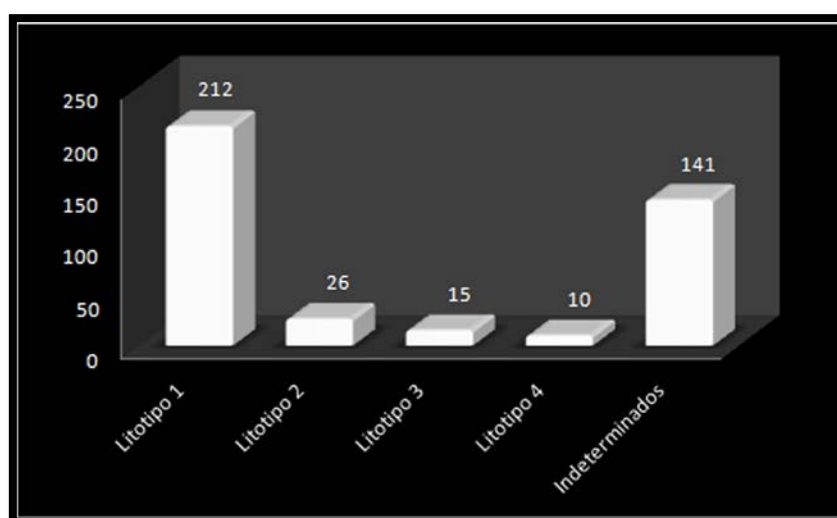
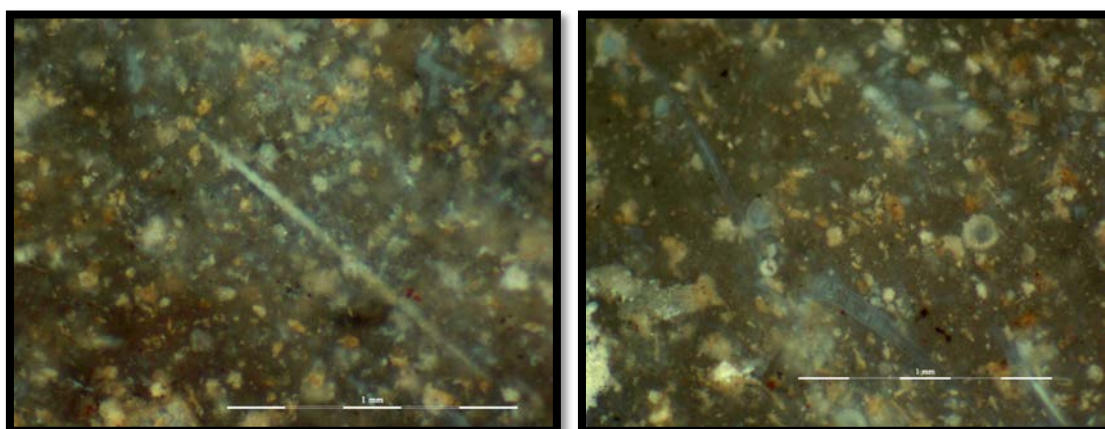


Fig. 370 – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados.

#### 10.1.2.1.1 Litotipo 1

Un total de 212 piezas se han adscrito al litotipo 1. Se trata del tipo de sílex mayoritario, que agrupa el 52,48% del total de elementos analizados. Únicamente 32 vestigios se hallaron en las UEs correspondientes al Magdaleniense superior, sumando 183 la totalidad de elementos adscritos al Magdaleniense medio. Son sílex de grano fino y superficies lisas, con una alta aptitud para ser tallados. La distribución del color es moteada y la textura es de tipo *packstone* con abundantes inclusiones de óxidos metálicos, cristales de cuarzo detrítico, romboedros de calcita o dolomita y, en menores cantidades, posible materia orgánica. El contenido micropaleontológico está compuesto por secciones de espículas de esponja, pequeños foraminíferos (probables globigerínidos), elementos que hemos definido como posibles calciesferas y otros bioclastos indeterminados (figs. 371 y 372).



**Figs. 371 y 372** – Espículas de esponja observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 1.

Únicamente se han identificado 22 piezas con córtex, mayoritariamente en porcentajes reducidos, de litología caliza y un rodamiento comprendido entre “escasamente rodado” y “rodado”. La pátina blanca afecta al 50% de los sílex de este tipo, y cuando aparece es dominante y superficial. Un 3% de las piezas de este litotipo poseen termoalteraciones (lustre térmico, cúpulas y mosaico).

Estos sílex presentan paralelos con las formaciones del flysch que afloran en una amplia área del Pirineo occidental y en diversos pisos geológicos. Se trata de silicificaciones que aparecen desde las costas de Bidart hasta Salies-de-Béarn y se distribuyen ampliamente por la región de *Pyrénées Atlantiques*. Los afloramientos más cercanos se sitúan a algo más de 50 km al noroeste del yacimiento. No obstante, y si bien buena

parte de los sílex adscritos al litotipo 1 presentan una clara correspondencia con los sílex del flysch expuestos, debemos mencionar que algunos de estos sílex también se asemejan fuertemente a los sílex de la Formación Agua-Salenz y su extensión al este, la Formación Pardina, que afloran en la vertiente sur de los Pirineos y cuyos afloramientos más próximos se hallarían a 110 km en línea recta al sureste del yacimiento (fig. 381).

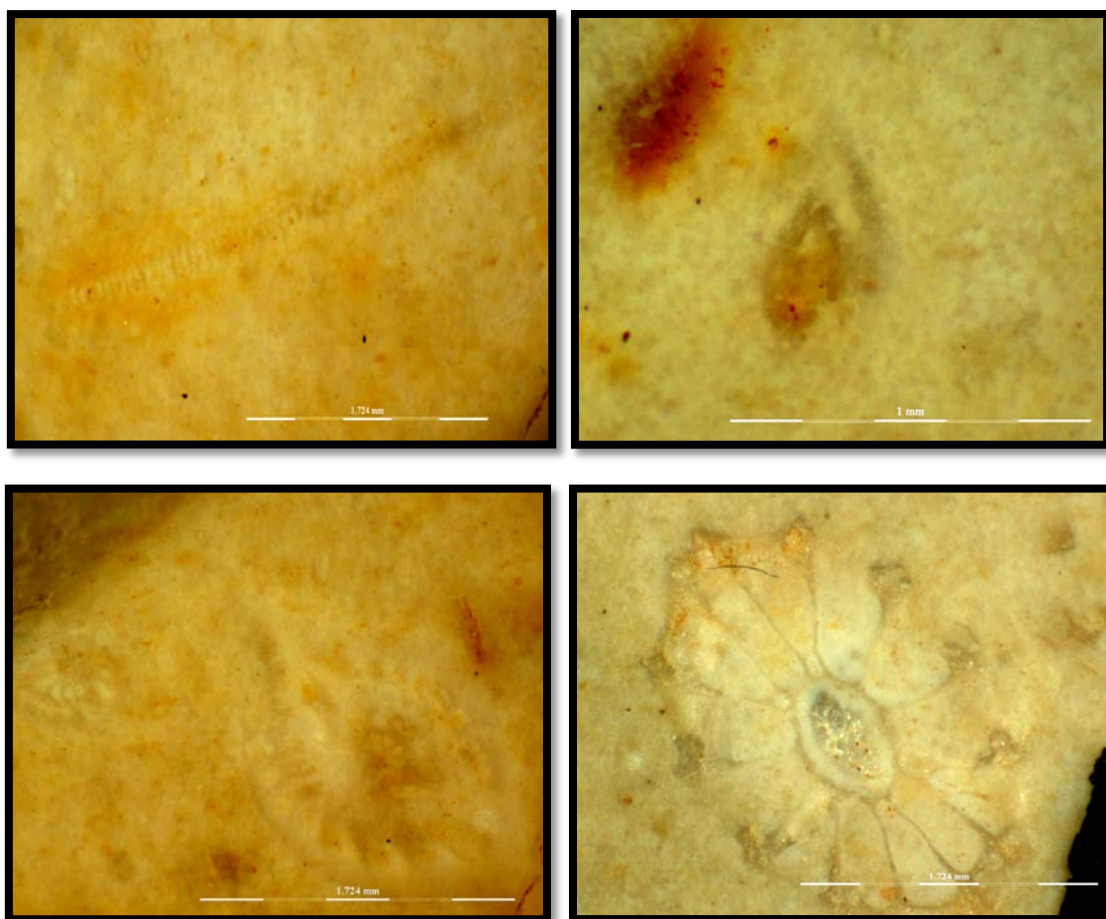
En estos momentos de la investigación, y al haber realizado únicamente una caracterización a escala macroscópica, no podemos precisar más en las fuentes de aprovisionamiento de este litotipo. Únicamente podemos apuntar que un estudio en profundidad que compare los sílex del flysch norpirenaicos con los sílex de la Formación Agua-Salenz debería ser llevado a cabo. Si bien para lo expuesto en capítulos anteriores sobre el estudio arqueopetroológico de los materiales de Montlleó, Cova del Parco y Abrigo de Forcas I tanto a escala macroscópica como al microscopio petrográfico los sílex arqueológicos presentan idénticas características con los sílex de la Formación Agua-Salenz, para el caso del litotipo 1 de Laa2 a día de hoy no podemos precisar más, pues no poseemos caracterizaciones microscópicas que nos permitan ahondar más en esta cuestión.

#### 10.1.2.1.2 Litotipo 2

Veintiséis elementos líticos (6,44% de los sílex estudiados) han sido caracterizados como pertenecientes al litotipo 2. Se trata de piezas de coloraciones claras, de marrón a beige, y distribuciones de color lisas. Son sílex que poseen un grano fino y superficies lisas, por lo que la aptitud a la talla suele ser alta. La observación a la lupa binocular deja entrever una textura de tipo *wackestone*, en ocasiones *packstone*, con inclusiones de óxidos metálicos. El contenido micropaleontológico está representado por *Lepidorbitoides sp.* (fig. 373), *Siderolites sp.* (figs. 374 y 375) y algas verdes marinas (posiblemente dasycladáceas) (fig. 376). Se trata, por tanto, de sílex originados en una facies sedimentaria marina. Todas las muestras presentan como principal alteración una pátina blanca que suele ser dominante o total y de carácter superficial.

De las 26 piezas adscritas a este litotipo, 9 se relacionan con UE del Magdalenense superior y 17 con UE del Magdalenense medio.





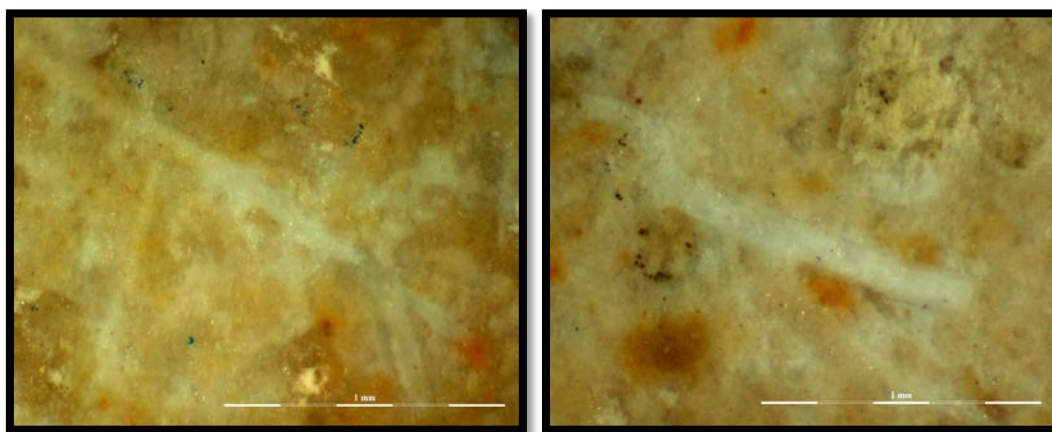
**Figs. 373 a 376** - Contenido micropaleontológico del litotipo 2 observado a la lupa binocular. De izq. a dcha.: *Lepidorbitoides* sp., *Siderolites vidali*, *Siderolites* sp. y alga verde marina.

Los paralelos de este litotipo se deben buscar en los sílex de los niveles del Campaniense y Maastrichtiense que afloran en el departamento de Las Landas, en la región de Aquitania, popularmente conocidos como sílex Chalosse. Los afloramientos de este tipo de sílex abarcan una amplia zona del suroeste de Francia, con unas características comunes, pero con particularidades para cada zona (véase capítulo quinto). Así, la agrupación de algas, *lepidorbitoides* y *siderolites* que presentan los sílex de Laa2 se relaciona con los afloramientos de Bastennes-Gaujacq, que presentan esta misma asociación que permite diferenciarlos de los sílex de Audignon y de Tercis (Fernandes 2012: 188). Estos afloramientos se sitúan a algo más de 65 km en línea recta al norte de Laa2, por lo que el tipo de aprovisionamiento podría considerarse regional (fig. 381).

### 10.1.2.1.3 Litotipo 3

Un total de quince artefactos se han vinculado al litotipo 3. De ellos, tan sólo dos pertenecen a niveles del Magdaleniense superior, y los trece restantes han sido hallados en UEs del Magdaleniense medio. Se trata de sílex que poseen una coloración marrón-anaranjada de grano fino y superficies lisas, siendo la aptitud a la talla generalmente alta. El córtex únicamente se conserva en una pieza, y éste es de litología caliza y presenta escaso rodamiento y un contacto neto con la masa silícea.

A la lupa binocular se observa una textura entre *wackestone* y *packstone* con inclusiones de óxidos metálicos y cristales de cuarzo detrítico. El contenido micropaleontológico es propio de un ambiente de sedimentación de tipo marino y está constituido por espículas de esponja (figs. 377 y 378) y, en menor medida, de otros bioclastos cuya atribución no ha sido posible determinar. Las alteraciones en forma de pátina blanca son muy abundantes, afectando a doce de las quince piezas de este litotipo.

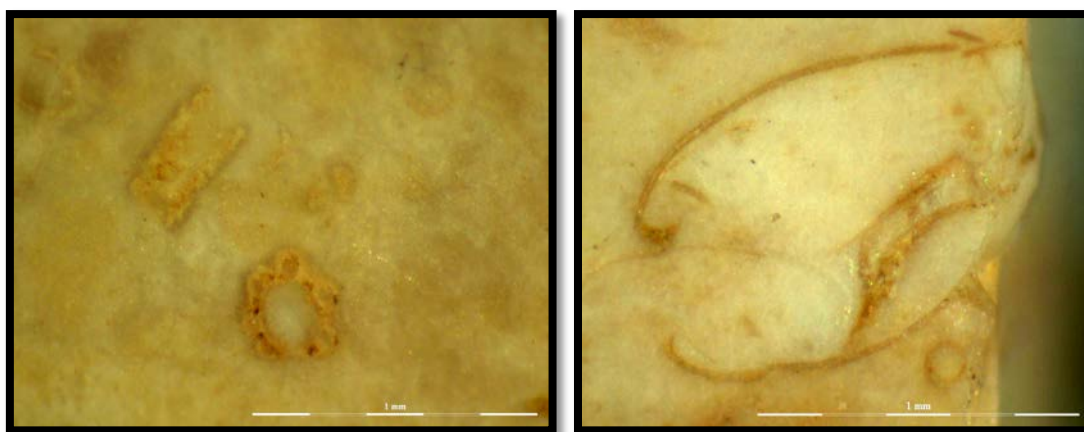


**Figs. 377 y 378** – Secciones de poríferos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 3.

Los sílex adscritos al litotipo 3 presentan similares características, al menos a la lupa binocular, con las silicificaciones del Cretácico superior que afloran en las localidades de Hibarette y Montgaillard, que se situarían a unos 40 km del yacimiento de Laa2, siendo el aprovisionamiento de este tipo de sílex de carácter regional (fig. 381).

#### 10.1.2.1.4 Litotipo 4

Tan sólo 10 ejemplares se han adscrito al litotipo 4. Se trata de cinco vinculados a UEs del Magdalenense superior y cinco del Magdalenense medio. Son sílex de coloración marrón y distribución del color entre lisa y moteada (resulta imposible aportar más apreciaciones debido a la pátina blanca que presentan todos los ejemplares). De grano fino y superficies lisas, poseen una alta aptitud para ser tallados. No se ha recuperado ningún fragmento cortical. La textura a la lupa binocular es de tipo *wackestone* con inclusiones de óxidos metálicos y, en menor medida, recristalizaciones. El contenido micropaleontológico está compuesto por secciones de algas carofitas (fig. 379) y gasterópodos (fig. 380), denotando un ambiente de formación continental lacustre.



**Figs. 379 y 380** – Vista a la lupa binocular de secciones de algas carofitas (izq.) y de un gasterópodo lacustre (dcha.).

Diversas formaciones son susceptibles de haber sido explotadas por los grupos humanos que se asentaron en Laa2, todas ellas situadas en un radio de aprovisionamiento extra-regional. En la vertiente norte de los Pirineos, para hallar sílex de similares características a los de este litotipo debemos desplazarnos hacia el este, hasta la zona de las *Corbières*, donde afloran sílex del Mioceno que ya fueron descritos en el capítulo quinto. Estos afloramientos se situarían a más de 250 km al este de Laa2.

En la vertiente surpirenaica aparecen abundantes silicificaciones lacustres a lo largo de la Cuenca del Ebro, hallándose las más occidentales en la cuenca de Miranda – Treviño (Tarrío 2001), a más de 190 km al suroeste del yacimiento, y las más próximas al yacimiento a 150 km al sureste (sílex del Mioceno de la zona de Monegros) y a 110 km también en dirección sureste (sílex oligoceno de la Serra Llarga) (fig. 381). En estos momentos, al haber realizado únicamente una mera observación macroscópica, no

podemos aportar datos precisos que permitan relacionar directamente los sílex del litotipo 4 con alguna de las formaciones geológicas propuestas en las líneas precedentes.

#### *10.1.2.2 Relación entre litotipos y análisis tecno-tipológico*

Una primera relación de los datos obtenidos para cada litotipo en el estudio tecno-tipológico que realizamos demuestra que, en base al conjunto estudiado, se observan algunos cambios en lo referido a la gestión y aprovechamiento de cada litotipo. Así, los sílex pertenecientes a los litotipos 1 y 2, que *a priori* serían los situados en un radio de aprovisionamiento más cercano, presentan similares características, con la presencia de morfotipos de retoque abrupto y retoque simple. Los sílex del litotipo 1, con un 10% de elementos retocados respecto al conjunto total analizado, poseen útiles de retoque simple (siete raederas y un raspador), abruptos (nueve láminas de dorso) y cuatro buriles. Del mismo modo, los sílex del litotipo 2, con un porcentaje más alto de útiles respecto al conjunto estudiado (34%) estarían compuestos por elementos de retoque simple (seis raederas, un raspador y un denticulado) y una única lámina de dorso.

Por el contrario, aquellos sílex cuyas fuentes de abastecimiento se han situado en un radio más lejano (litotipos 3 y 4) no presentan útiles de retoque simple, y los porcentajes de elementos retocados respecto al conjunto analizado son altos, del 26% para el litotipo 3 y del 30% para el litotipo 4. Los útiles del litotipo 3 están representados por tres elementos de retoque abrupto (dos láminas de dorso y una lámina de dorso truncado) y un buril. Dos láminas de dorso y una punta de dorso formarían el conjunto de elementos retocados del tipo 4.

#### *10.1.3 Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdalenense de Laa2*

La caracterización de estos materiales, así como su adscripción a diferentes formaciones, ha sido posible gracias a la estancia predoctoral realizada en la *Université Toulouse II – Le Mirail*, donde caracterizamos los principales grupos de sílex que afloran en la vertiente norpirenaica. Así, mientras que C. Normand en una primera observación macroscópica al material de Laa2 identificó hasta 12 variedades de sílex, en nuestro caso únicamente hemos podido definir cuatro tipo de silicificaciones, pues hemos agrupado algunas de las variedades que él definió por separado en un mismo

litotipo. Esto se debe a que nuestro conocimiento del área de estudio es severamente inferior, por lo que hemos preferido separar únicamente los sílex que presentan una serie de características en común, pese a haber observado leves diferencias entre ellos.

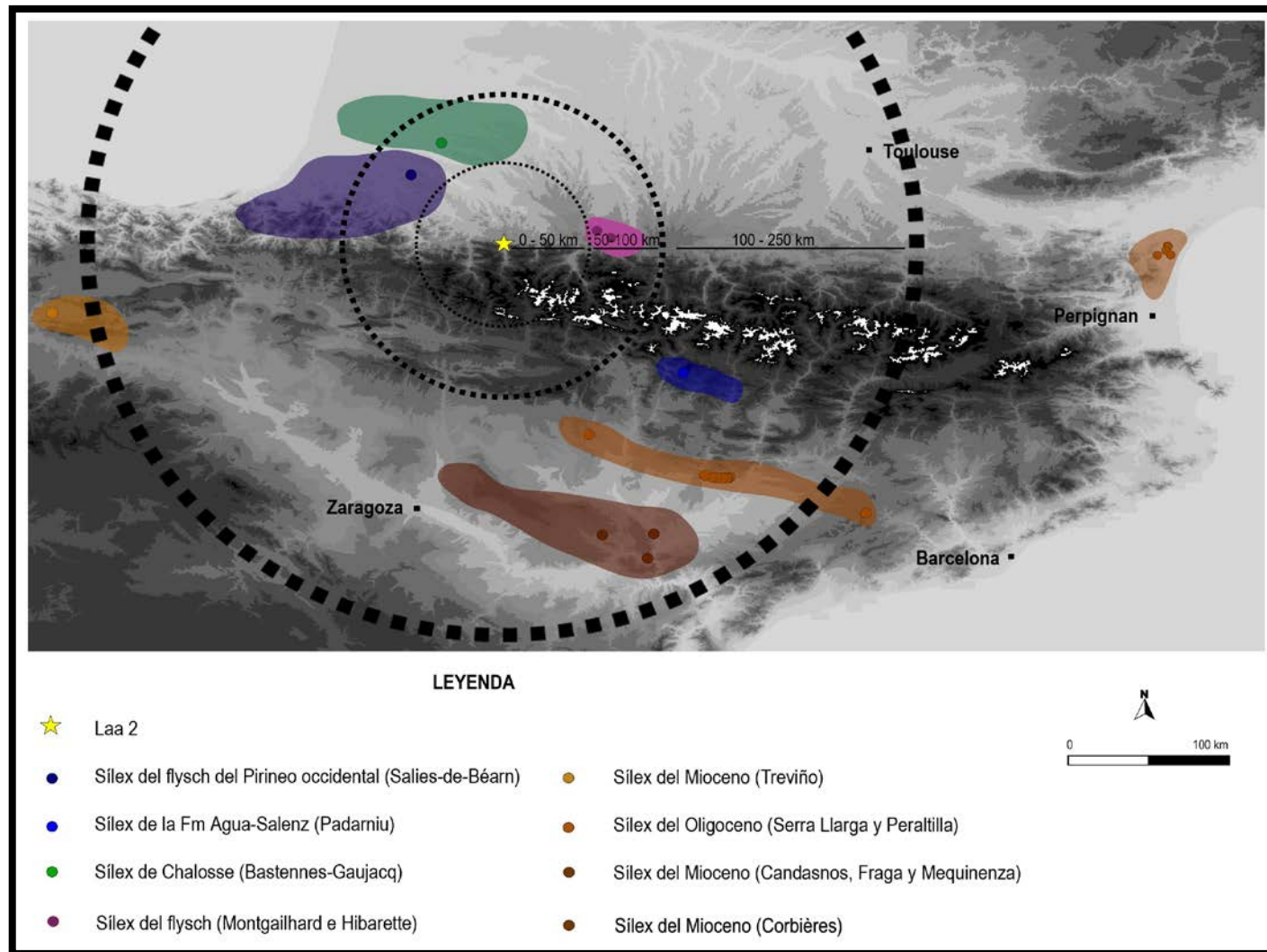
Así, según los criterios definidos y los cuatro litotipos diferenciados, podemos aportar nuevos datos sobre la gestión de los recursos líticos empleada por los grupos de magdalenienses que se asentaron en Laa2 (fig. 381). Por un lado se observa la presencia mayoritaria en el registro arqueológico de los sílex del flysch norpirenaicos que afloran ampliamente en el Pirineo occidental. Sus afloramientos, situados fundamentalmente a algo más de 50 km, denotarían un aprovisionamiento de tipo regional. No podemos descartar, sin embargo, que pudieran abastecerse de este tipo de sílex en zonas más próximas situadas en un radio local, como ya indicó C. Normand (Dumontier *et al.* 2009). Algunas piezas, sin embargo, nos recuerdan sorprendentemente a los sílex de la formación Agua-Salenz y no tanto a las muestras de sílex del flysch norpirenaico (diferentes pisos geológicos) consultadas en la Litoteca de Toulouse.

También ha sido definido el tipo de aprovisionamiento como regional (o extra-regional) para los sílex del litotipo 2, con semejanzas a los sílex de Aquitania de Chalosse, marcando la existencia de un territorio abierto hacia la llanura norte.

La presencia en el registro arqueológico de sílex del flysch de Hibarette-Montgaillard, con afloramientos (y talleres de sílex) detectados también en un radio regional denotaría la existencia de una frecuentación hacia el este.

Los sílex adscritos al litotipo 4 y definidos como procedentes de una facies sedimentaria lacustre podrían poner de manifiesto la existencia de contactos con la vertiente surpirenaica (cuenca del Ebro). En caso de poderse afirmar la explotación de sílex lacustres de la vertiente surpirenaica, podríamos plantear la posibilidad de que algunos de los sílex atribuidos al litotipo 1 puedan proceder de la formación surpirenaica de Agua-Salenz. En todo caso, la consecución de análisis petrográficos y geoquímicos es indispensable para poder precisar más sobre la explotación del litotipo 4.

Por último, si relacionamos las dos ocupaciones magdalenienses en esta cavidad (Magdaleniense medio y superior) apenas observamos diferencias entre ambos conjuntos, variando únicamente los porcentajes de litotipos explotados pero siendo los mismos para ambos episodios cronológicos.



**Fig. 381** – Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Laa2.

Así, mientras que en el Magdaleniense medio destaca la elevada presencia del litotipo 1 (sílex del flysch norpirenaico), con un 60% de las piezas analizadas, en segundo lugar aparecen los sílex de tipo Chalosse (5%) y los sílex del flysch de Hibarette-Montgaillard (4%), siendo los sílex lacustres del litotipo 4 mucho más esporádicos (2%). El 25% lo componen sílex indeterminados. En cambio, para los niveles del Magdaleniense superior, pese a continuar siendo los sílex del flysch norpirenaicos el litotipo más explotado, el porcentaje es sustancialmente inferior (31%). Los sílex de tipo Chalosse aparecen en porcentajes superiores a lo que se ha observado para el Magdaleniense medio, ascendiendo a un 9%. Los sílex del flysch de Hibarette-Montgaillard, en cambio, están menos representados, y únicamente aparecen en un 2% de los casos. Sin embargo, los sílex lacustres del litotipo 4 presentan porcentajes ligeramente superiores a los observados para el Magdaleniense medio, ascendiendo a un 5% del total. Para este momento cronocultural, los sílex indeterminados suman un 52% del conjunto analizado.

## **10.2 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento**

### 10.2.1 El yacimiento de la *Caune* de Belvis

La *Caune* (cueva en occitano) de Belvis se localiza en la vertiente norpirenaica del Pirineo oriental, en el suroeste de la pequeña localidad de Quillan, en el Departamento del Aude. El yacimiento se sitúa en la región conocida como Pays de Sault (*Saltus* en occitano), que conecta con la costa mediterránea gracias a una red de valles y corredores alineados hacia el este y comunica con la cuenca del Ariège por algunos afluentes (fig. 382) (Sacchi 1992: 60).

El yacimiento se abre hacia el Sur en un macizo calizo y margoso del Cretácico inferior, a 960 m de altitud sobre el nivel del mar, con vistas a la llanura de Espezel y a un paisaje montañoso que justifica el nombre de Belvis (bella vista en occitano). El yacimiento arqueológico ocupa el espacio comprendido entre el porche delantero y la sala que le sucede. La totalidad del yacimiento constituye una superficie de alrededor de 65 m<sup>2</sup>, cubierta en la mayor parte por una bóveda que deja penetrar la luz de día (Sacchi 1992: 62).

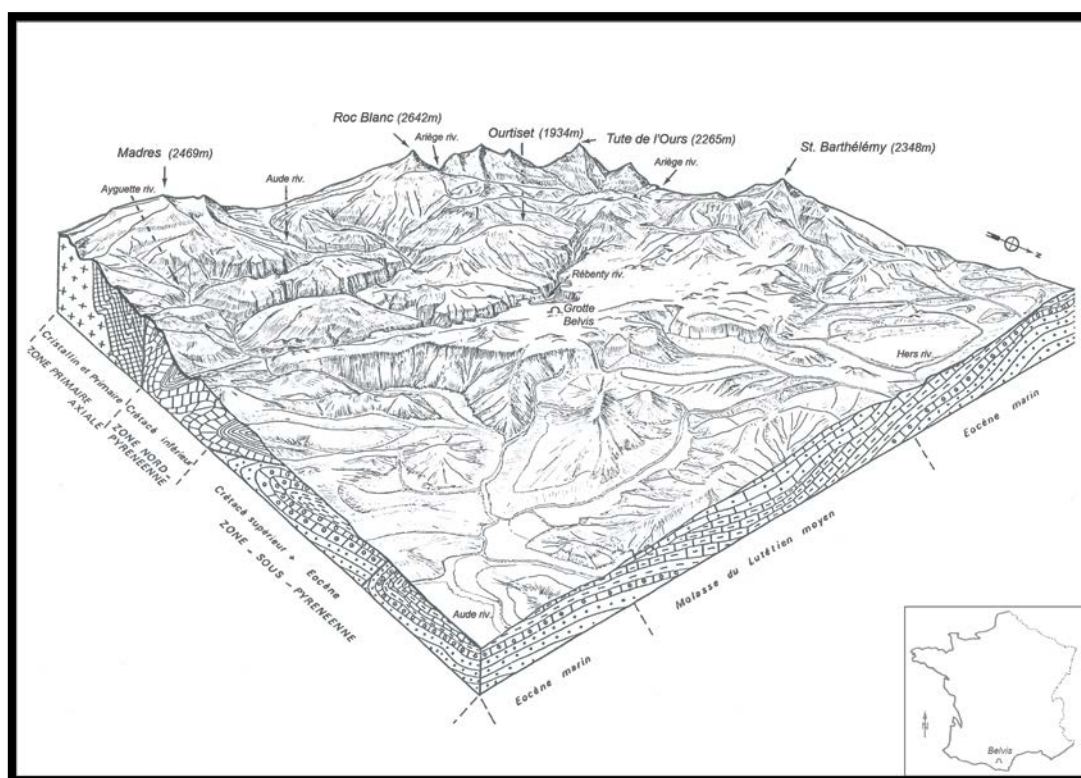


Fig. 382 – Ubicación geográfica del yacimiento de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 61.

Las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo durante quince años han documentado la existencia de dos ocupaciones humanas, con un largo hiato entre ellas. El nivel arqueológico más antiguo, que incluye restos óseos y líticos, lo constituye una ocupación del Chatelperroniense (capa 7), datada en  $35425 \pm 1140$  BP (AA-7390),  $24842 \pm 320$  BP (AA-7391) y  $28840 \pm 510$  BP (AA-7392) (Bischoff y Long 2002: 3).

Entre las dos ocupaciones documentadas pasaron alrededor de 23 milenios. Durante este largo intervalo tuvo lugar un duro episodio de frío intenso que provocó la geliturbación del depósito arcilloso que contenía la industria chatelperroniense.

La presencia magdalenense, datada en  $12270 \pm 280$  BP (Gif-2950), corresponde al paquete sedimentario superior (capas 1 a 4) (Sacchi 1992: 68) (fig. 383). El área de hábitat se materializa por una acumulación de vestigios esencialmente líticos y óseos. La fragmentación y la dispersión de los restos óseos son el testimonio de un intenso y reiterado pisoteo al que fue sometido este espacio. Además, no se conservan estructuras de combustión, pero sí pruebas de la existencia de las mismas (piedras y huesos quemados y restos de madera carbonizada). Por último, cabe mencionar que fue documentada una concentración de restos de fauna en el sector más externo de la cueva,



dato que ha sido interpretado, bien como lugar de matanza y despiece de la fauna, bien como sitio de acumulación de escombros (Sacchi 1992: 68).

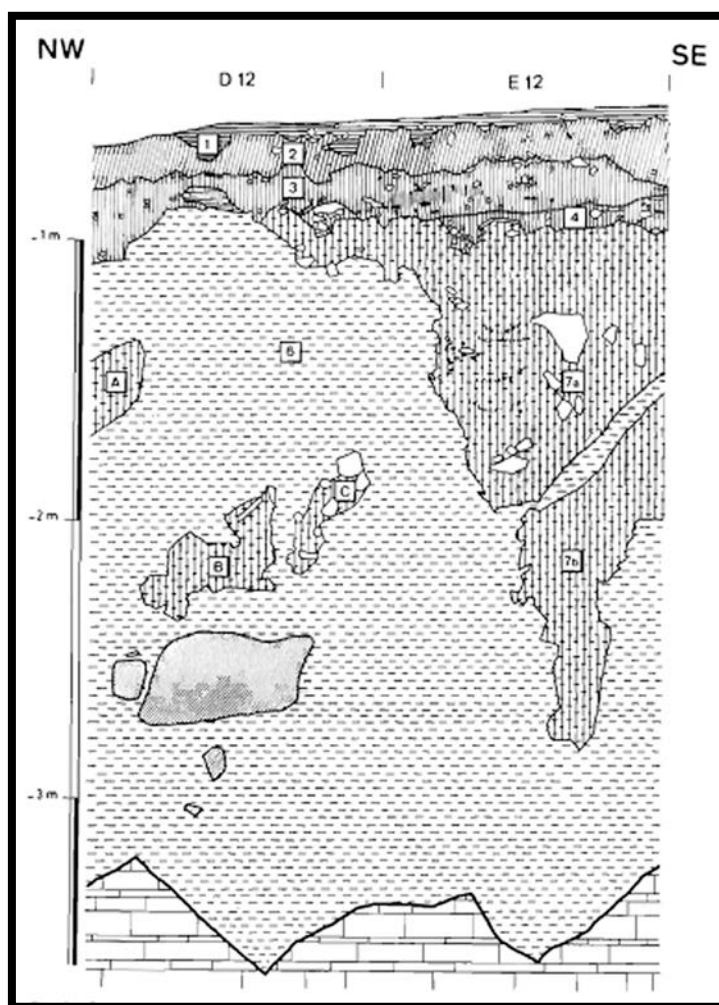


Fig. 383 – Secuencia estratigráfica de la Caune de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 65.

En lo referente a la industria lítica magdaleniense, han sido documentados más de 100.000 restos líticos en rocas silíceas, definidas como alóctonas. La presencia de diferentes estadios de la cadena operativa lítica denota la existencia de la talla del sílex en el yacimiento y el agotamiento de los núcleos de sílex es un indicador de la intensiva explotación de los mismos, posiblemente vinculada a la inexistencia de sílex de alta calidad en las proximidades del yacimiento (fig. 384) (Sacchi 1992: 70).

En los niveles magdalenienses de la *Caune* de Belvis también se ha documentado industria sobre hueso y asta de reno (agujas, alisadores, puntas de azagayas y arpones, entre otros) y algunos elementos de carácter ornamental. Se trata de fragmentos sobre

hueso y en menor medida sobre asta de reno con motivos generalmente zoomorfos, pero también geométricos (fig. 385) (Sacchi 1992: 73).

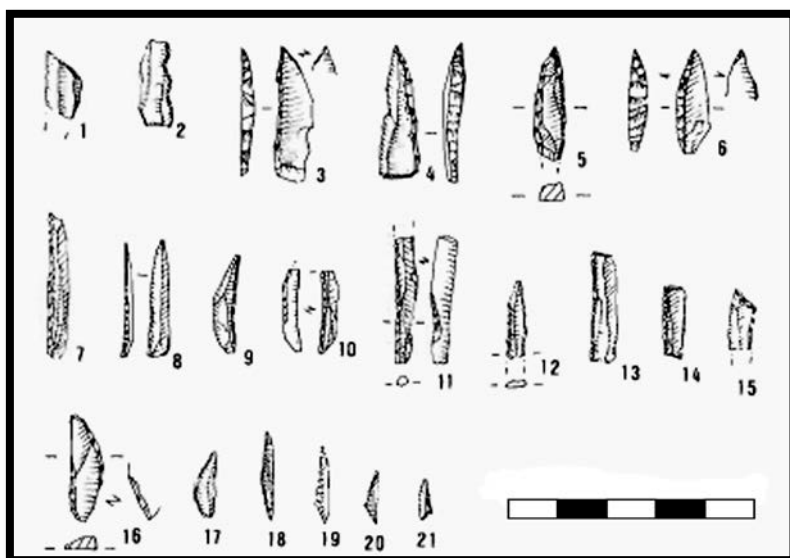


Fig. 384 – Puntas y elementos de proyectil microlíticos del Magdaleniense de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 70.

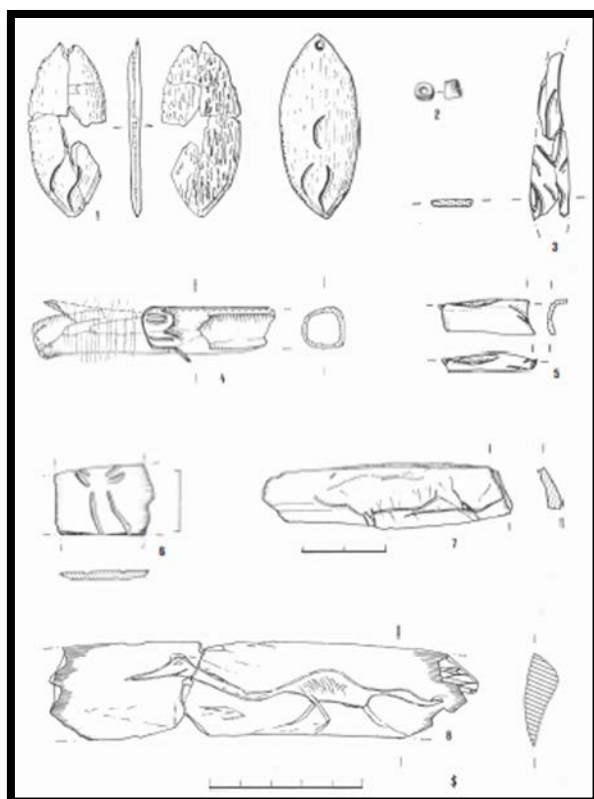


Fig. 385 – Elementos de carácter ornamental de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 75.

## 10.2.2 Resultados del estudio arqueopetroológico

Como ya se ha expuesto a inicios del capítulo, era nuestra voluntad estudiar una amplia selección de materiales de las capas magdalenenses del yacimiento de Belvis. No obstante, únicamente podemos presentar una selección reducida, que contempla 405 tipos primarios. De nuevo aprovechamos estas líneas para agradecer al Dr. Sacchi su amabilidad y disponibilidad para acceder a los materiales.

### 10.2.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

A continuación presentamos los resultados obtenidos tras el estudio de una selección de piezas retocadas pertenecientes a las capas del Magdalenense de Belvis. Se trata de un conjunto compuesto por 405 útiles donde el sílex es la roca silíceo predominante, sumando 374 elementos (92,35% del total). Otras rocas silíceas están presentes: jaspes (20, 4,94%) y liditas (5, 1,48%), y también se han documentado cinco riolitas (1,23%).

Para el presente análisis se ha empleado una lupa binocular LEICA modelo MZ 95 y una fuente de luz fría complementaria en función de las muestras modelo SCHOTT KL 1500 compact. Las imágenes se han tomado con una cámara acoplada ProgRes C3. Como resultado, hemos podido identificar hasta hasta seis variedades de sílex distintas, representadas en porcentajes variables (fig. 386).

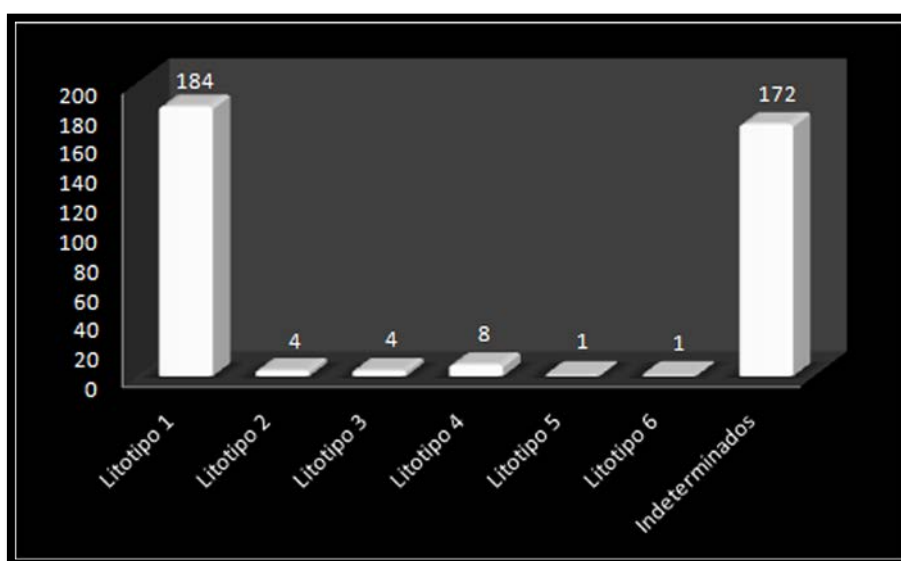


Fig. 386 – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados.

#### 10.2.2.1.1 Litotipo 1

El litotipo 1 está compuesto por un total de 184 piezas, lo que representa el 49,19% del conjunto. Se trata del tipo de sílex mayoritario y éste se caracteriza por poseer coloraciones marrones, un grano fino y superficies lisas, siendo la aptitud a la talla alta. La textura es de tipo *wackestone* – *packstone*, con inclusiones de óxidos metálicos y secciones de algas carofitas y, en menor medida, de gasterópodos, como principal contenido micropaleontológico. Se trata, por tanto, de sílex originados en una facies sedimentaria lacustre. Más del 90% de las piezas adscritas a este litotipo no presentan córtex y, cuando aparece, se trata fundamentalmente de córtex marginales de litología caliza con un contacto neto con la masa silíceo y un rodamiento variable entre “escasamente rodado” y “rodado”. El 63% de estos sílex (117 piezas) presentan una pátina blanca como principal alteración. En 2 útiles se identifican alteraciones térmicas y otras cuatro piezas presentan una combinación de alteraciones térmicas y de pátina blanca.

Los sílex adscritos a este litotipo suman un total de 187 útiles, pues tres piezas poseen dos tipos primarios. Predomina el retoque abrupto para este litotipo, que suma 88 tipos primarios (66 láminas de dorso, 8 perforadores, 7 láminas de dorso truncado, 4 truncaduras, 2 abruptos indiferenciados y 1 punta de dorso). Los buriles son también muy abundantes, sumando 47 ejemplares, lo que implica que algo más de un 25 % de las piezas adscritas a este litotipo sean buriles. Los útiles de retoque simple suman en total 34 tipos primarios (15 denticulados, 10 raederas, 8 raspadores y 1 punta). Finalmente hallamos los núcleos, con 18 elementos, entre los que diferenciamos 11 núcleos poligonales, seis piramidales y un prismático.

Este litotipo presenta paralelos a escala macroscópica con los sílex oligocenos y miocenos que afloran en el macizo de *Corbières*, a algo más de 50 km al este del yacimiento, siendo por tanto el afloramiento para este tipo de sílex de carácter regional. Si bien por proximidad al yacimiento hemos considerado los sílex de *Corbières* como los susceptibles de haber sido utilizados por los grupos magdalenenses que se asentaron en Belvis, debemos tener en cuenta que a lo largo de la Cuenca del Ebro afloran formaciones distintas que presentan idénticas características a la lupa binocular que las observadas en los sílex del macizo de *Corbières* (fig. 391).

#### 10.2.2.1.2 Litotipo 2

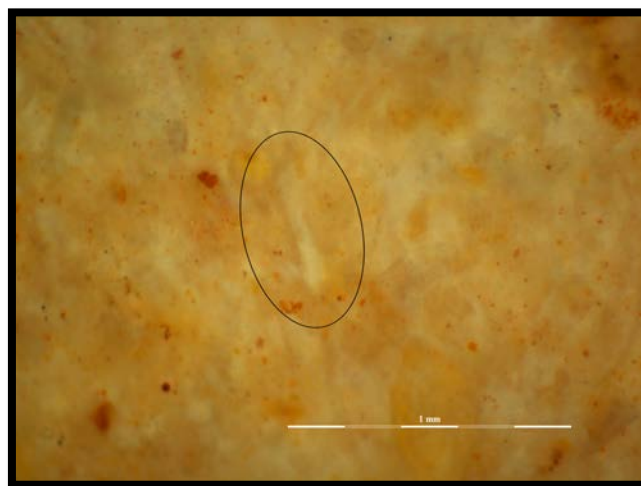
Los sílex del litotipo 2, definidos como procedentes de una facies sedimentaria continental lacustre evaporítica, suman únicamente cuatro ejemplares, lo que supone tan sólo un 1,07% de la totalidad de sílex estudiados. Se trata de un tipo de sílex de grano fino y superficie lisa, con altas aptitudes para ser tallado. De coloraciones claras, son sílex que poseen una textura de tipo *mudstone* con únicamente inclusiones de óxidos metálicos y recristalizaciones de megacuarzo. Este litotipo no posee contenido micropaleontológico. Tampoco se conservan superficies corticales y el 75% de las piezas están alteradas por una pátina blanca que es dominante y superficial. En lo referente al tipo primario, se han determinado dos elementos de retoque abrupto (2 láminas de dorso), 1 buril y 1 núcleo.

Diversas formaciones presentan sílex similares a los caracterizados en el litotipo 2. El primero de ellos aflora en unas calizas del Paleoceno a lo largo de la región del Minervois, al norte de los Pirineos orientales. Los afloramientos más próximos al yacimiento se hallarían a algo más de 60 km al norte. Así mismo, sílex de idénticas características afloran a lo largo de los *Petites-Pyrénées*, la región del Plantaurel y el macizo de Aurignac. Se trata de los conocidos en la bibliografía como sílex *Bleu* del Paleoceno, hallándose el afloramiento más próximo documentado a algo más de 70 km de Belvis. A escala macroscópica ambas silicificaciones presentan idénticas características, por lo que en estos momentos no podemos precisar más en la atribución. En todo caso apuntamos que las formaciones más cercanas con sílex idénticos a los explotados en Belvis se hallan en un radio de explotación que podría considerarse regional (fig. 391). Además, como en lo expresado para el litotipo 1, si bien por proximidad y paralelos parece ser que los sílex del Paleoceno pudieron ser los explotados por los magdalenienses de Belvis, no debemos olvidar que al otro lado de la cordillera pirenaica afloran los sílex evaporíticos del Garumniense, con idénticas características macroscópicas a los sílex evaporíticos del Paleoceno norpirenaico y que fueron ampliamente explotados por los grupos magdalenienses que se asentaron en Cova del Parco, Cova Alonsé o el Abrigo de Forcas I.

### 10.2.2.1.3 Litotipo 3

Se ha definido un tercer tipo de sílex, formado por únicamente 4 ejemplares, lo que supone un 1,07% de la totalidad de sílex estudiados. Se trata de un sílex de coloraciones anaranjadas con variaciones que van desde el marrón hacia tonos más rojizos, que posee una alta aptitud a la talla. La textura es de tipo *packstone* con inclusiones de óxidos metálicos y relictos de cuarzo detrítico y como principal contenido micropaleontológico se identifican espículas de esponja (fig. 387) y pequeños foraminíferos cuya determinación no ha sido posible realizar debido al estado de conservación. Ninguna de las piezas adscrita a este tipo de sílex presenta superficies corticales. Sin embargo, sí se identifican alteraciones (pátina blanca dominante o total superficial), presentes en el 75% de los casos. Predominan para este litotipo los tipos primarios de retoque abrupto (3 láminas de dorso) y tan sólo se ha identificado un elemento de retoque simple (1 raspador).

Este litotipo presenta paralelos con los sílex del Flysch del Cretácico superior de la vertiente norpirenaica, que afloran en el Pirineo central, junto a las localidades de Hibarette y Montgaillard, a unos 170 km al oeste del yacimiento de Belvis. Se trataría en este caso de un aprovisionamiento exógeno para este litotipo (fig. 391).

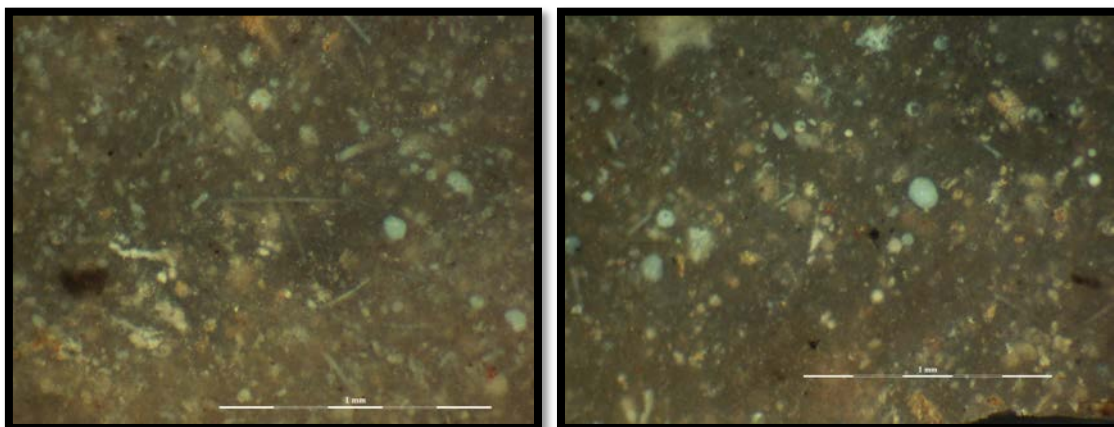


**Fig. 387** – Textura de un sílex del litotipo 3 observada a la lupa binocular. En círculo negro, una espícula de esponja.

### 10.2.2.1.4 Litotipo 4

8 piezas han sido definidas como pertenecientes al litotipo 4, lo que constituye algo más de un 2% de la totalidad de material analizado. Se trata de un tipo de sílex de una alta

aptitud a la talla, de coloraciones oscuras y distribución del color moteada. La textura es de tipo *packstone* con inclusiones de óxidos metálicos, cristales romboédricos de calcita o dolomita y posible materia orgánica. El contenido micropaleontológico está representado por espículas de esponja, elementos que hemos definido como posibles calciesferas y pequeños foraminíferos (globigerínidos) (figs. 388 y 389). Ninguna de las piezas presenta superficies corticales.



Figs. 388 y 389 – Textura a la lupa binocular de dos sílex del litotipo 4.

En lo referente a alteraciones, se ha identificado un elemento con pátina blanca y otro con termoalteración (presencia de cúpulas térmicas). Predominan para este litotipo los útiles de retoque abrupto (4 láminas de dorso y 1 lámina de dorso truncado), aunque también aparecen útiles de retoque simple (2 raspadores) y un núcleo.

Los sílex del litotipo 4 presentan idénticas características a los sílex cretácicos de la Formación Agua-Salenz, que afloran en la vertiente sur del Pirineo central, a unos 140 km al suroeste del yacimiento de Belvis. Para este tipo de sílex, por tanto, debería indicarse que el tipo de aprovisionamiento es exógeno (fig. 391).

#### 10.2.2.1.5 Otros litotipos

Además de los cuatro litotipos que han sido explicados, en el registro arqueológico estudiado de Belvis hemos identificado la presencia de otros dos tipos de sílex, en este caso representados únicamente por un ejemplar cada uno. Se trata del litotipo 5, una lámina de dorso elaborada con un sílex de aptitud alta a la talla, de distribución de color moteada y textura de tipo *grainstone* con abundantes inclusiones de óxidos metálicos y

relictos carbonatados. El estado de alteración de este tipo de sílex nos impide profundizar más en su descripción, pero esta pieza se asemeja a lo que se conoce en la bibliografía científica como *Grains de Mil* (Simonnet *et al.* 2007), y que aflora en la región de *Charente maritime*, a más de 300 km al noroeste del yacimiento de Belvis (fig. 391). En todo caso, un estudio en profundidad es necesario para poder ahondar más en lo que hoy se plantea como una mera hipótesis.

El último de los tipos de sílex diferenciados (litotipo 6), también representado por un único ejemplar, posee una alta aptitud a la talla, una distribución de color moteada y una textura de tipo *grainstone* con inclusiones de óxidos metálicos, cuarzo detrítico y relictos carbonatados. El contenido micropaleontológico está representado por secciones de poríferos y otros bioclastos indeterminados (fig. 390). La pieza adscrita a este litotipo es un útil doble (raspador con truncadura) sin superficie cortical y sin alteraciones. Este tipo de sílex tiene sus paralelos con los sílex del Maastrichtiense que afloran en las localidad es de Montsaunès-Ausseing, situados a algo más de 100 km en línea recta al oeste de Belvis (fig. 391).

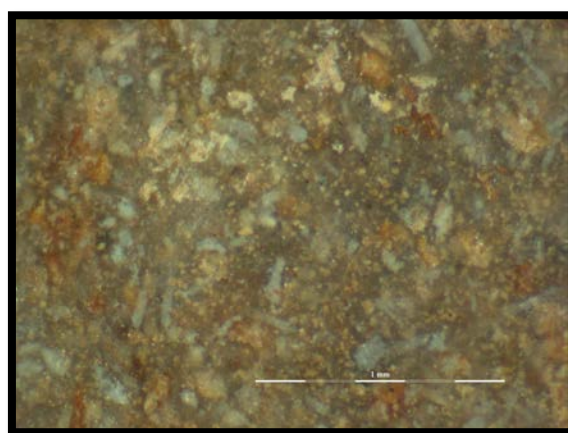


Fig. 390 – Textura del litotipo 6. Se observan en la imagen secciones de poríferos.

### 10.2.3 Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdalenense de la *Caune* de Belvis

Si bien el estudio arqueopetroológico de Belvis se ha podido realizar sobre un conjunto reducido de material, la variabilidad de litotipos observada nos permite incidir en las estrategias de adquisición y gestión de recursos que emplearon los magdalenenses que se asentaron en el yacimiento (fig. 391). Como se ha podido observar, destaca la



abundancia en el registro arqueológico del litotipo 1, cuyos paralelos geológicos se sitúan en las formaciones oligocenas y miocenas que afloran en el macizo de *Corbières*, a algo más de 60 km de distancia del yacimiento. La ausencia de silicificaciones de calidad en los alrededores del yacimiento llevó a emplear el sílex de *Corbières* para la mayor parte del utillaje doméstico y cinegético, llegando al yacimiento muy posiblemente en forma de núcleos preconfigurados y realizándose *in situ* los últimos estadios de la cadena operativa lítica hasta el agotamiento de los núcleos.

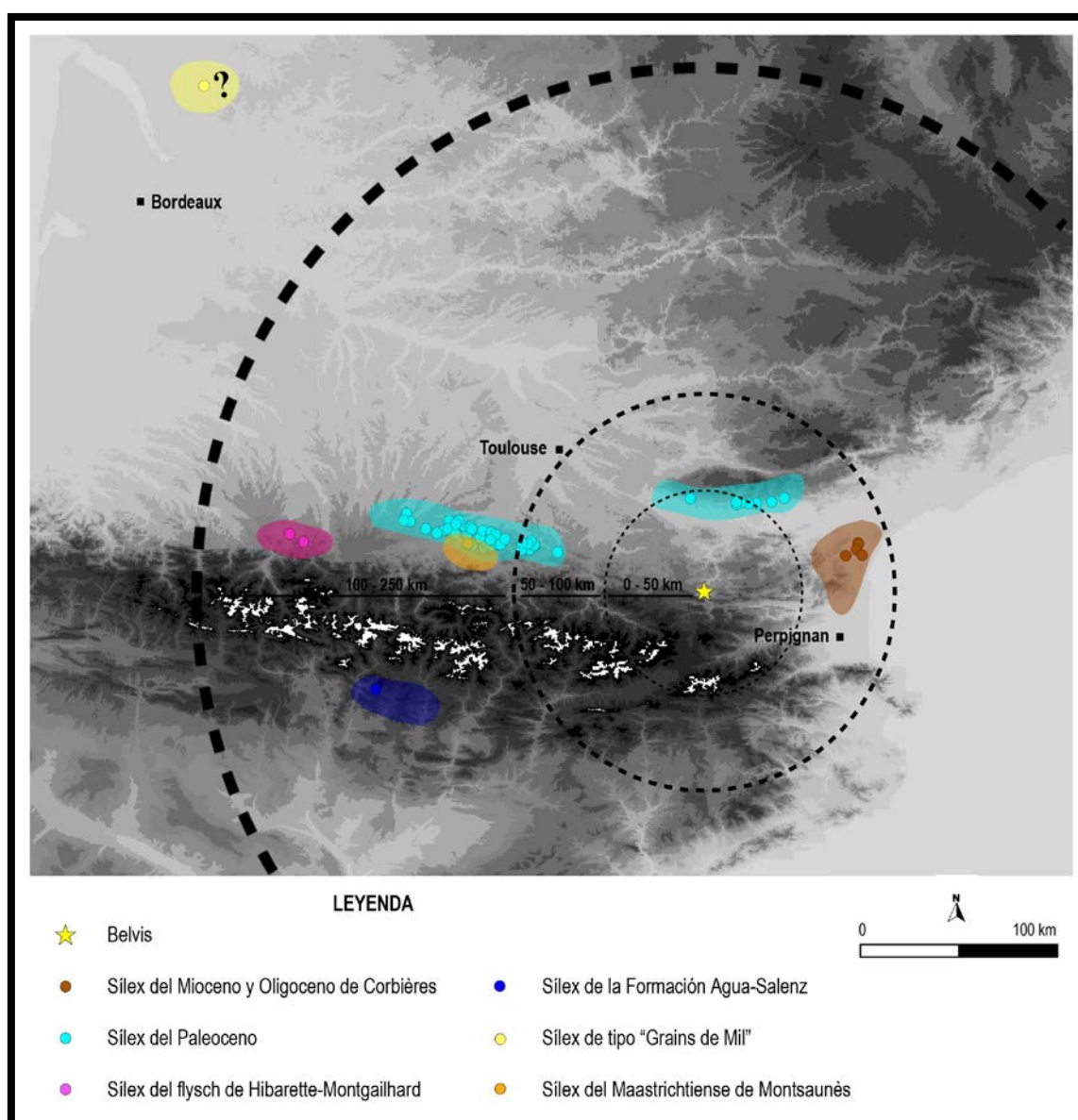


Fig. 391 - Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Belvis.

A pesar de que el litotipo 1 fue el sílex más utilizado por los magdalenenses de Belvis, según refleja el estudio realizado, otros tipos de sílex también fueron explotados, si bien

en porcentajes reducidos. Así, la presencia en el yacimiento de litotipos cuyas fuentes de aprovisionamiento se sitúan mayoritariamente a más de 100 km de distancia, sumado al hecho de que estos litotipos están representados por escasos ejemplares, nos lleva a plantear la hipótesis de que estos grupos tuvieron un amplio territorio de explotación de recursos que abarcaba la vertiente norte del Pirineo centro-oriental, pero también la vertiente sur de los Pirineos. Este hecho es de gran valor, pues es un ejemplo de la existencia de un contacto con la vertiente surpirenaica y refuerza la idea que venimos planteando en capítulos anteriores acerca de la existencia de un amplio territorio de intercambio y una movilidad sólida entre ambas vertientes de la cordillera pirenaica. La presencia de sílex de la Formación Agua-Salenz en el registro arqueológico de Belvis es un indicador de que no sólo se establecieron contactos en sentido Norte-Sur, como ha quedado demostrado con el estudio de los materiales líticos de la Cova del Parco, del Abrigo de Forcas I y de Montlleó, sino que este contacto fue también en sentido Sur-Norte.

### **10.3 Estudio arqueopetroológico de la industria lítica de Crès (Béziers, Hérault): materias primas, tipos de sílex y aprovisionamiento**

#### 10.3.1 El yacimiento de Crès

El yacimiento al aire libre de Crès se localiza en el valle de Orb, a 4 km al noroeste de Béziers, en la región francesa del Hérault. El sitio está ubicado en el margen izquierdo de un riachuelo, en la confluencia de uno de sus afluentes, el riachuelo de Font-Castel, hoy en día canalizado (fig. 392). La superficie excavada, de unos 15 m<sup>2</sup>, corresponde a una zona bien delimitada espacialmente y muy rica en material (Langlais *et al.* 2005: 58).

El nivel arqueológico está compuesto por numerosos fragmentos de sílex (alrededor de 10.000 piezas), de cuarzo y cuarcitas talladas (cerca de 1.000 elementos), abundantes vestigios faunísticos, con o sin termoalteración, elementos malacológicos y fragmentos de hematíes. Asociadas al material arqueológico se han documentado manchas de sedimento negro, con formas y dimensiones variadas; sin embargo, los primeros resultados micromorfológicos muestran que la coloración del sedimento es esencialmente debida a impregnaciones orgánicas (Langlais *et al.* 2005: 59).

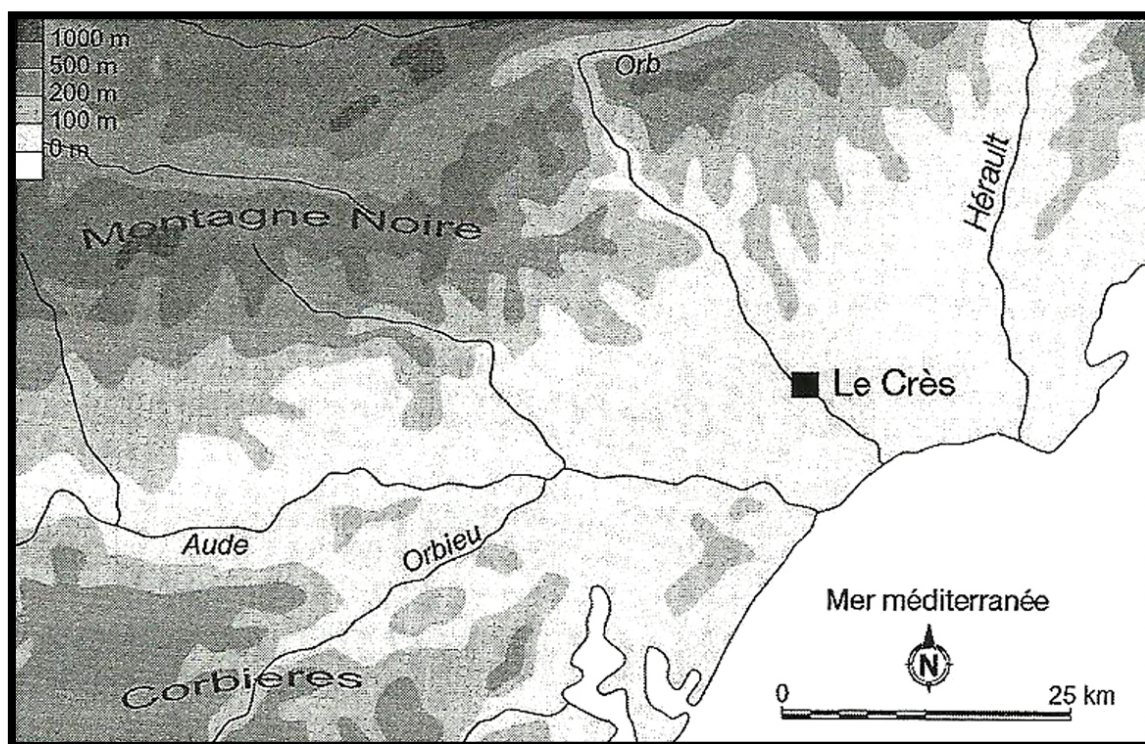


Fig. 392 - Localización del yacimiento de Crès. Fuente: Langlais *et al.* 2005: 58.

Como se ha expuesto en las líneas superiores, los materiales explotados por los magdalenienses de Crès son diversos. Para todas aquellas rocas explotadas excluyendo el sílex (fundamentalmente cuarzo y cuarcitas) se establece un aprovisionamiento posiblemente local en las proximidades del yacimiento (terrazas del Orb). Estas rocas fueron trabajadas en el yacimiento, pero con ellas no se confeccionó utillaje retocado, lo que sugiere su uso en bruto. En lo concerniente al sílex, fueron explotados diferentes tipos. F. Bazile halló guijarros procedentes de los *Costières du Gard* y F. Briois identificó la existencia de sílex terciarios lacustres con tallos de algas carofitas, que podrían proceder de las *Corbières Maritimes*. Parece ser que ninguna variedad de sílex aquitano ni del Pirineo central ha sido identificada (Langlais *et al.* 2005: 61).

El sílex fue introducido en el yacimiento de Crès bajo la forma de pequeños bloques y grandes lascas dedicadas a la producción de laminillas. La confección de laminillas parece ser la principal actividad de talla en el yacimiento, pues es la única en la que la totalidad de la cadena operativa está representada.

Los útiles en sílex representan un 5,3% de la totalidad de material (545 piezas). La mayor parte está constituido por laminillas retocadas (83%). El utillaje doméstico está

formado por láminas retocadas enteras y fragmentadas (5%), buriles (4,5%) y *écaillés* (4%). Los raspadores están escasamente representados (1,5%). También se han identificado algunas lascas laminares retocadas (0,8%). Así, el utillaje está dominado por los elementos microlíticos (laminitas de dorso) (fig. 393).

Los caracteres técnicos y tipológicos de la industria lítica se asocian al Magdalenense. No obstante, la ausencia de dataciones absolutas no ha permitido documentar a qué fase específica del Magdalenense se atribuye la ocupación de Crès (Langlais *et al.* 2005: 64).

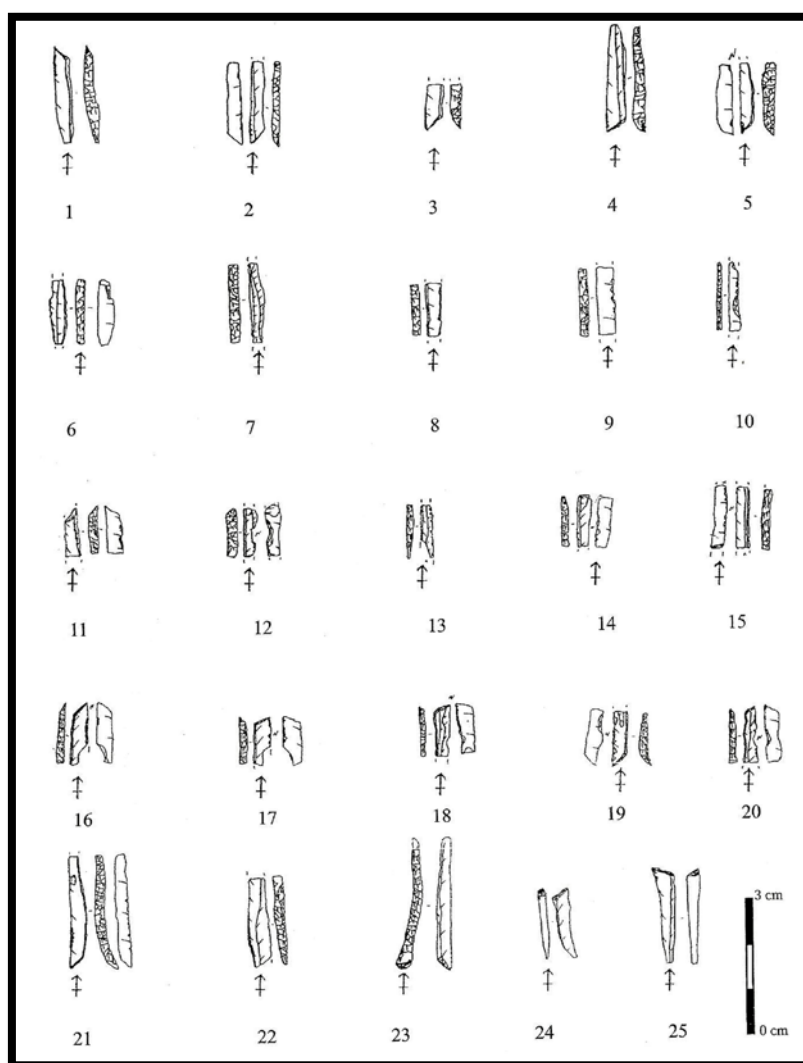


Fig. 393 – Ejemplos de elementos de proyectil de Crès. Fuente: Langlais *et al.* 2005: 60.

### 10.3.2 Resultados del estudio arqueopetroológico

De los más de 10.000 elementos líticos en sílex hallados durante las labores de excavación, hemos analizado macroscópicamente 1.404 piezas, lo que constituye algo más de un 10% del total de sílex recuperado. Para ello hemos empleado una lupa binocular LEICA modelo MZ 95 y una fuente de luz fría complementaria en función de las muestras modelo SCHOTT KL 1500 compact. Las fotografías se han tomado con una cámara acoplada ProgRes C3. De nuevo, agradecemos a los Dres. Mathieu Langlais y François Bon su predisposición para la cesión de los materiales.

#### 10.3.2.1 Características del conjunto. Definición de litotipos

El estudio arqueopetroológico de la selección de material lítico nos ha permitido identificar hasta tres tipos de sílex distintos, cada uno originado en una facies sedimentaria diferente y presentando unas características concretas (fig. 394). Describimos a continuación las características que posee cada litotipo, así como sus posibles formaciones de origen.

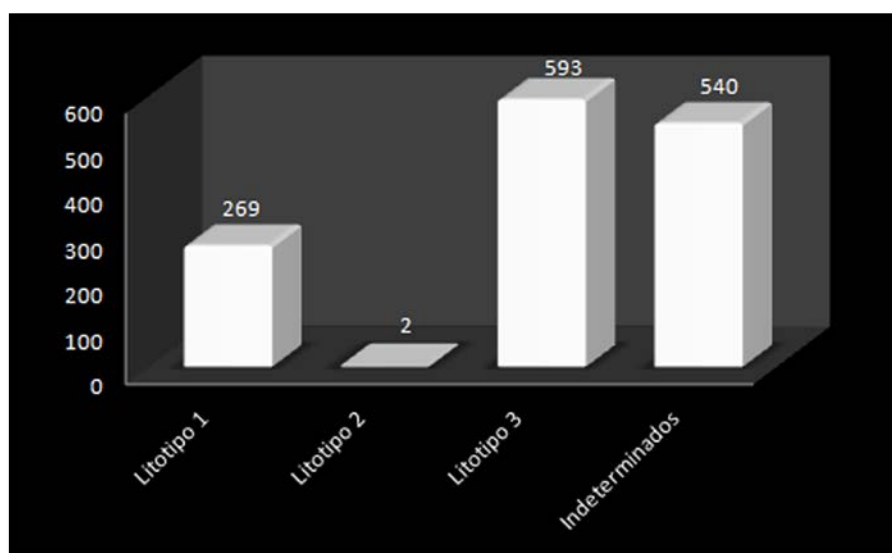


Fig. 394 – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados.

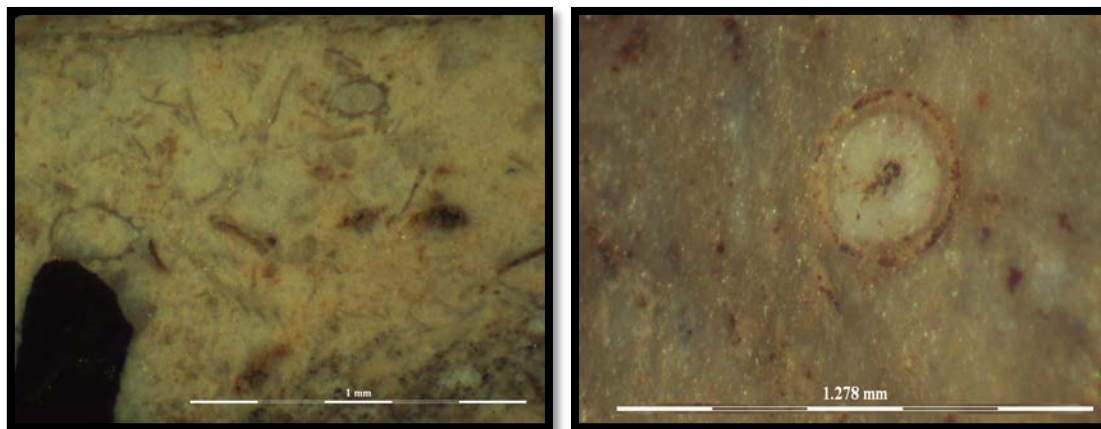
##### 10.3.2.1.1 Litotipo 1

El litotipo 1 está formado por 269 ejemplares, lo que constituye un 19,16% del conjunto estudiado. Se trata de un sílex de coloración oscura en la escala de los marrones, con

grano fino y superficies lisas, siendo la aptitud a la talla generalmente alta. La textura de estos sílex es de tipo *packstone*, con inclusiones de óxidos metálicos y relictos carbonatados. El contenido micropaleontológico está compuesto por tallos de algas carofitas (figs. 395 y 396) y, en menor medida, de gasterópodos lacustres. Se trata, por tanto, de un tipo de sílex originado en una facies sedimentaria continental lacustre.

El córtex únicamente se conserva en un 13% del conjunto. Generalmente aparece en proporciones reducidas y con rodamiento. La litología de estos córtex es caliza y el contacto con la masa silíceosa es neto. En lo concerniente a alteraciones, destaca el predominio de la pátina blanca, que aparece en un 94% de los casos. Únicamente en cinco piezas se han observado alteraciones térmicas.

De las 269 piezas adscritas a este litotipo se han identificado hasta 57 tipos primarios. Se observa un predominio de los útiles de retoque abrupto, sumando 30 útiles (18 láminas de dorso y 12 láminas de dorso truncado). Los útiles de retoque simple suman 9 ejemplares (5 raspadores, 3 raederas y 1 denticulado), 11 los núcleos, 6 los buriles y 1 pieza es un *écaillé*.

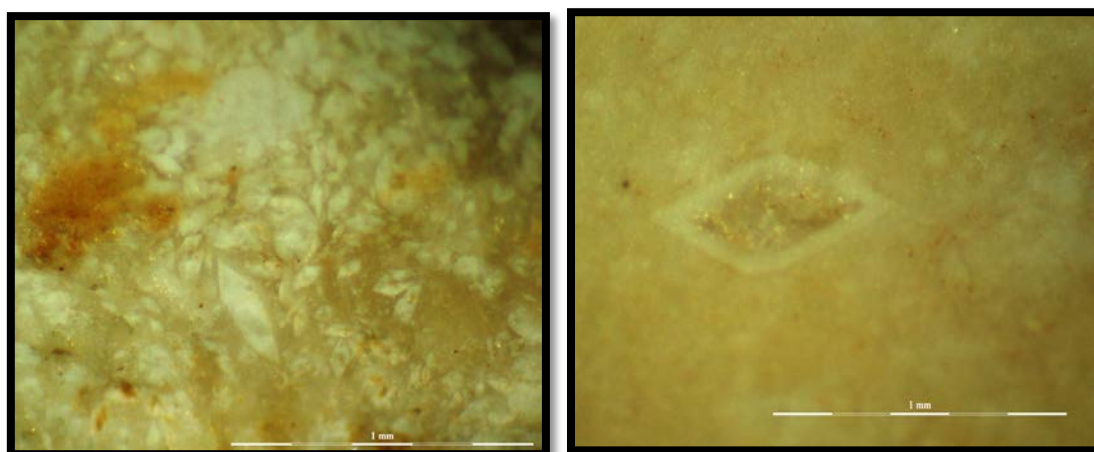


Figs. 395 y 396 – Secciones de algas carofitas observadas a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 1.

Los paralelos más cercanos de este litotipo se localizan a menos de 40 km al sur del yacimiento, en las formaciones de calizas con nódulos de sílex del Mioceno y Oligoceno que afloran en el macizo de *Corbières*. A nivel macroscópico los sílex del litotipo 1 y los sílex lacustres del macizo de *Corbières* presentan idénticas características. Por tanto, aunque a falta de analíticas más precisas, podemos plantear un aprovisionamiento regional para este litotipo (fig. 401).

### 10.3.2.1.2 Litotipo 2

Únicamente dos ejemplares (0,14% del conjunto analizado) han sido adscritos a lo que se ha denominado litotipo 2. Se trata de un sílex de alta aptitud a la talla, coloración gris clara con distribución del color lisa y textura de tipo entre *wackestone* y *packstone* con inclusiones de pseudomorfos lenticulares de yeso (figs. 397 y 398) y recristalizaciones de megacuarzo en el relleno de porosidades. Este tipo de sílex no presenta contenido micropaleontológico, por lo que la facies sedimentaria se ha definido como continental lacustre evaporítica. Una de las piezas posee superficie cortical, de litología caliza y con rodamiento, indicando una posible captación en afloramientos secundarios. Ambas piezas están alteradas por pátina blanca y ninguna de ellas posee retoque.



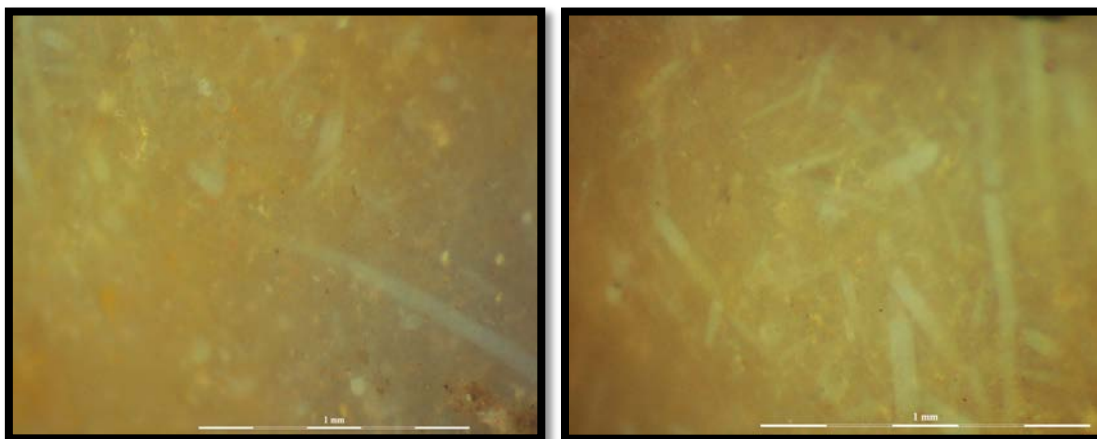
**Figs. 397 y 398** – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 2.

Los paralelos más próximos de este litotipo aparecen en las calizas con nódulos de sílex del Thanetiense (Paleoceno) que afloran en el Minervois, a algo más de 48 km al oeste del yacimiento de Crès (fig. 401). Como se ha expuesto para el caso de Belvis, también afloran sílex evaporíticos del Paleoceno a lo largo de los *Petites Pyrénées* y del Plantaurel, así como en el macizo de Aurignac. Pero pese a situarse los afloramientos más próximos a tan sólo 48 km, lo que debería determinarse como un aprovisionamiento regional, este litotipo está representado por sólo dos ejemplares que podrían haber sido recuperados de afloramientos en posición secundaria ubicados en una zona frecuentada. Por tanto, se trata de un sílex explotado muy ocasionalmente, y que podría relacionarse con el hecho de que la zona de afloramiento no forma parte del territorio frecuentado por los grupos magdalenienses que se asentaron en Crès, quizás por la existencia de fronteras entendidas como tabúes socio-culturales.

### 10.3.2.1.3 Litotipo 3

Un tercer litotipo ha sido identificado entre el material analizado. Se trata de 593 piezas, lo que constituye un 42,23% del total. Son sílex de coloración clara en la escala de los beige, con una distribución del color lisa. La textura es generalmente de tipo *wackestone*, aunque algunas piezas presentan texturas que oscilan entre *mudstone* y *packstone*. Los óxidos metálicos y los cristales de cuarzo detrítico conforman el contenido de inclusiones. Como contenido micropaleontológico se observan abundantes secciones de poríferos (figs. 399 y 400) y, en determinadas ocasiones, secciones de bioclastos. Se trata, por tanto, de un sílex originado en una facies sedimentaria marina.

Un 87% de los sílex de este litotipo (516 ejemplares) no poseen superficies corticales. Los córtex generalmente presentan rodamiento y son de litología caliza. La alteración más frecuente es la pátina blanca, que afecta a 517 piezas, lo que supone un 87% del total.



Figs. 399 y 400 – Secciones de poríferos observadas a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 3.

Este litotipo posee hasta 172 tipos primarios (29% del total). Se observa un predominio de los elementos de retoque abrupto, formados por 140 ejemplares (84 láminas de dorso, 52 láminas de dorso truncado, 2 puntas de dorso y 2 truncaduras). Los buriles constituyen el segundo grupo en importancia numérica (13), seguido de los núcleos (12), los elementos de retoque simple (3 raederas, 2 raspadores y 1 punta) y los *écaillés*, con únicamente un ejemplar.

El litotipo 3 presenta similitudes con los sílex que afloran encajados en las calizas urgonienses del Bédoulien, en la Liguria provenzal (Vaucluse) (Binder 1998). Se trata



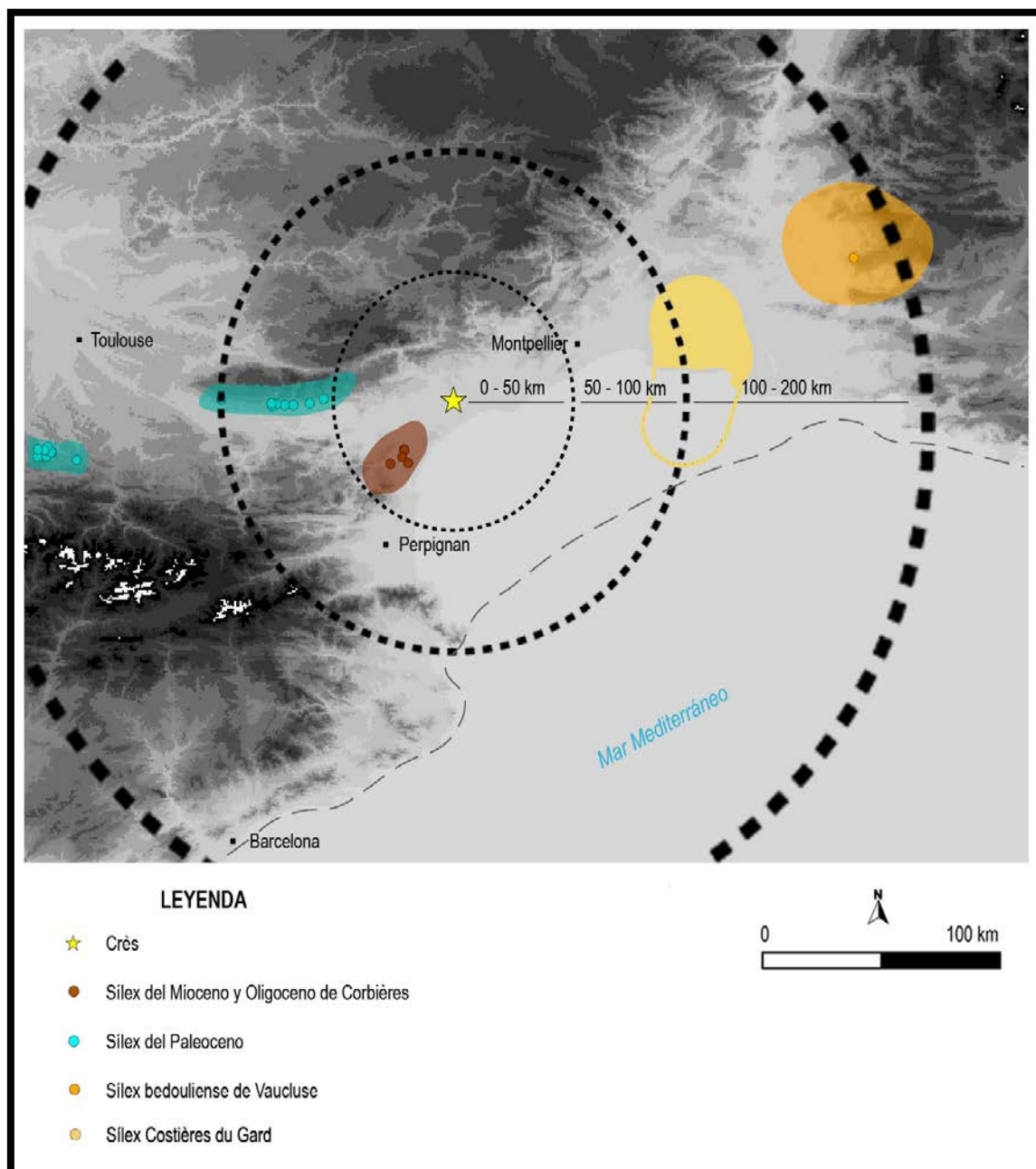
de unos sílex de textura fina y homogénea, con inclusiones de óxidos de hierro, cuarzo detrítico y bioclastos (espículas de esponja y equinodermos). Estos sílex son accesibles en posición primaria en el valle bajo del Ródano, en la región de la Vaucluse, pero también están disponibles en posición secundaria en las terrazas de las *Costières du Gard* (Langlais y Sacchi 2006: 72). Los afloramientos de Vaucluse se situarían a algo más de 160 km de distancia del yacimiento de Crès, pero este sílex podría haber sido recolectado en las terrazas del Gard, situadas a algo más de 80 km al nordeste del yacimiento, como así lo demuestran los córtex rodados conservados. Si tenemos en cuenta el importante retroceso de la línea de costa en el Golfo de Lyon, durante el Magdaleniense cabría buscar la línea de costa entre 100 y 120 m más allá de la actual (Langlais 2007: 19). Por ese motivo, es muy posible que los afloramientos secundarios de *Costières du Gard* se extiendan a zonas ahora bajo el agua, hallando afloramientos en un radio más próximo al yacimiento de Crès (fig. 401).

### 10.3.3 Primeras conclusiones del estudio arqueopetroológico del Magdaleniense de Crès

Esta primera aproximación macroscópica a la industria lítica del Magdaleniense de Crès aporta nuevos datos sobre las estrategias de adquisición de recursos líticos empleadas por los grupos de cazadores-recolectores que al fin del Paleolítico superior se asentaron en el Hérault. La presencia en el registro arqueológico de sílex oligocenos de la cuenca de Bages-Sigean (*Corbières*) denota la existencia de un aprovisionamiento de carácter regional, posiblemente directo, marcando un territorio de adquisición hacia el sur del yacimiento. El territorio de abastecimiento en materias primas silíceas para los grupos que ocuparon Crès se extiende también hacia el nordeste, pues así lo manifiestan los paralelos del litotipo 3 con los sílex bedoulienses, posiblemente explotados en puntos de abastecimiento secundarios (posible *Costières du Gard* y también en zonas hoy sumergidas bajo el Golfo de Lyon) según muestran los córtex conservados (fig. 401).

Los datos expresados más arriba concuerdan con los presentados en el primer estudio del yacimiento (Langlais *et al.* 2005), donde se indicaba la ausencia en el registro arqueológico de sílex procedentes de la vertiente norte del Pirineo central y de la cuenca aquitana. Tampoco hemos observado en el conjunto estudiado sílex originarios de la vertiente surpirenaica. Por tanto, podríamos concluir que el estudio arqueopetroológico de los materiales de Crès denota que estamos ante grupos de cazadores-recolectores

cuyo territorio frecuentado no alcanzaba el área pirenaica, existiendo una movilidad desde la cuenca de Bages-Sigean hasta la Vaucluse y no mostrando, por tanto, una conexión con el resto de asentamientos estudiados, que parecen moverse alrededor de un mismo territorio: el ámbito pirenaico.



**Fig. 401** - Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Crès. En línea discontinua la propuesta de línea de costa según Langlais (2007: 20).

#### **10.4 Conclusiones del estudio de materiales de una selección de yacimientos norpirenaicos**

Constatada la evidencia de sílex norpirenaicos en el registro arqueológico de los yacimientos del Abrigo de Forcas I, Cova del Parco y Montlleó, fue nuestra voluntad observar si en las series magdalenenses de la vertiente francesa de los Pirineos aparecían sílex originarios de la parte sur del macizo pirenaico.

Como bien indicamos al inicio del capítulo, no ha sido nuestra voluntad realizar un estudio territorial preciso de cada asentamiento analizado, sino detectar la presencia o no de sílex de la vertiente surpirenaica en estos conjuntos. Es por este motivo que en algunos casos no podemos precisar en formaciones específicas que fueron explotadas, pues nuestro conocimiento del terreno no es el suficiente para así poder hacerlo.

El haber podido estudiar tres conjuntos tan alejados entre sí nos ha permitido conocer casos precisos del Pirineo occidental, central y de la zona más alejada al norte del Pirineo oriental. Pese a tratarse, como comentamos, de tres yacimientos sin una aparente conexión más allá de la cronocultural, hemos podido comprobar algunas similitudes que nos permiten establecer posibles conexiones entre ellos.

De este modo, y centrándonos específicamente en los yacimientos de Laa2 y Belvis, pese a que ambos utilizan fundamentalmente los sílex ubicados en un radio generalmente local y/o regional, véase sílex del flysch norpirenaicos y sílex de tipo Chalosse para Laa2 y sílex del macizo de Corbières para Belvis, ambos yacimientos confluyen en la explotación minoritaria de otras silicificaciones. Así, en los dos asentamientos aparece la presencia del sílex del Flysch de Hibarette-Montgaillard, cuyos afloramientos se hallan para ambos yacimientos en un radio de explotación que podríamos considerar extra-regional. Como ya fue presentado en el capítulo 5, la explotación de esta silicificación a lo largo del Magdaleniense está atestiguada en numerosos yacimientos de la vertiente norpirenaica, siendo un ejemplo de la existencia de un territorio complejo, con intercambios y contactos reiterados. Este territorio, como hemos ido observando a lo largo de los diferentes capítulos y como reflejaremos en las conclusiones generales, no está circunscrito únicamente a la vertiente norte del área pirenaica, pues hemos comprobado que los yacimientos magdalenenses estudiados que se ubican en la vertiente sur (a excepción de Cova Alonsé, que parece ser una ocupación puntual determinada) participan de estos contactos e intercambios, explotando

materiales de la vertiente norte y formando parte de este amplio territorio pirenaico. Así, pese a encontrar en cada yacimiento de los estudiados el predominio de materiales locales y regionales, tanto en Laa2 y Belvis como en Forcas I, Cova del Parco y Montlleó aparecen evidencias materiales de esta territorialidad compartida a lo largo de la cordillera pirenaica.

Caso aparte es el yacimiento magdalenense de Crès. Como hemos visto, se trata de un asentamiento que no se ubica en el área plenamente pirenaica y cuyas materias primas silíceas denotan la existencia de notorias diferencias con respecto a los otros dos conjuntos franceses estudiados. Así, las materias primas de Crès ponen de manifiesto una explotación de los recursos situados en un área local y regional pero orientada hacia otro ámbito territorial de explotación que no es el área pirenaica, ni tan sólo su vertiente norte. De este modo, la ausencia de un marcador territorial tan concreto como es el sílex del flysch de Hibarette-Montgaillard pone en evidencia el hecho de que estamos ante un yacimiento que no forma parte del territorio pirenaico que anteriormente comentábamos. Podemos estar, pues, ante un asentamiento ocupado por grupos magdalenenses que no mantienen relación con los yacimientos del ámbito pirenaico, al menos según lo observado en el estudio de las materias primas silíceas. Pudo existir quizás una frontera cultural que separó una unidad cultural pirenaica sólida y sin barreras de otros grupos ajenos a esos contactos y posibles intercambios de materias primas líticas.

Es sorprendente que el yacimiento de Belvis comparta más similitudes con yacimientos como la Cova del Parco en lo referente a estrategias de adquisición de materias primas líticas que con el asentamiento de Crès, mucho más próximo y sin las cimas pirenaicas de por medio. Este hecho vuelve a poner de manifiesto la solidez del ámbito territorial pirenaico como unidad cultural en el sentido amplio, en el que no existieron fronteras culturales sino contactos e intercambios reiterados a lo largo de todo el Magdalenense, como se ha ido poniendo de manifiesto en los capítulos precedentes.

## 11. LA GEOQUÍMICA: HERRAMIENTA DE FUTURO

Es nuestra voluntad poder ir más allá de las cuatro pinceladas expuestas en el capítulo metodológico sobre la aplicación de técnicas de análisis geoquímico en el sílex. Por ese motivo, y a raíz de la estancia predoctoral realizada en la Université de Montréal con el Dr. Adrian Burke, hemos decidido dedicar este onceavo capítulo a la Geoquímica. En la mencionada estancia fue posible adquirir un importante bagaje teórico sobre estas novedosas técnicas para caracterizar el sílex, además de emplear algunas de ellas en el problema de estudio planteado en esta tesis doctoral.

El capítulo se estructura en una breve explicación del nacimiento de la Arqueometría y la evolución de la disciplina en los últimos decenios. Seguidamente se describe el funcionamiento de las técnicas de análisis para la caracterización geoquímica del sílex. Finalmente exponemos los resultados obtenidos tras la aplicación práctica de dos de estas técnicas, la Difracción de Rayos X y la Fluorescencia de Rayos X, para el problema de estudio definido en la presente tesis doctoral. Así, ha sido posible precisar algo más en la caracterización de las materias primas silíceas explotadas por los grupos de cazadores – recolectores que se asentaron en el Pirineo centro-oriental al fin del Paleolítico superior. No obstante, se trata de una primera aproximación a estas herramientas novedosas para caracterizar el sílex. Estamos ante técnicas analíticas que se entrevén como herramientas de futuro para la óptima caracterización del sílex, y que esperamos poder trabajar en profundidad en los años venideros.

### 11.1 El nacimiento de una nueva disciplina

#### 11.1.1 La encuñación del término y su significado

El término *Archaeometry* fue encuñado por primera vez en los años 50 por Hawkes, en Oxford, para describir el incremento en el énfasis sobre dataciones, cuantificaciones y análisis físico-químicos de materiales arqueológicos. Pero fue en 1958 cuando quedó definitivamente establecido con la publicación de la revista *Archaeometry*, fundada por el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford.

El término Arqueometría indica aquella parte de la Arqueología que aplica métodos de la Física y la Química para extraer toda la información posible sobre una pieza arqueológica. No obstante, otros términos sinónimos han sido usados para definir esta disciplina, especialmente en el mundo anglosajón, donde se la denomina *Ciencia de la Arqueología*. Este término es el que forma parte desde 1974 de otra gran publicación de este campo de estudio, el *Journal of Archaeological Science* (Montero, García y López 2007: 24).

Así, el propio concepto de Arqueometría provoca una discusión sobre el tipo de relación existente entre ciencia y arqueología, siendo de iguales (ciencias experimentales – ciencia arqueológica) o de desiguales (Ciencia – Arqueología). Sea cual sea la visión predominante, generalmente se acepta que las ciencias experimentales proveen a la Arqueología de numerosas técnicas y métodos que facilitan el análisis de datos y su interpretación, haciendo posible extraer más información del registro material recuperado.

Para Tite (1991) la Arqueometría abastaría los siguientes campos:

- Métodos físicos y químicos de datación que proporcionan cronologías relativas y absolutas.
- Estudios artefactuales sobre procedencia, tecnología y uso.
- Estudios medioambientales que informan sobre antiguos paisajes, dietas y patologías de la población.
- Métodos matemáticos para el tratamiento de datos.
- Métodos de prospección remota para la localización de asentamientos.
- Ciencia de la conservación.

Otros autores como Butzer (1989) sostienen que la visión de Tite es demasiado amplia, y únicamente consideran Arqueometría a los métodos referidos a la prospección, procedencia de materiales y datación.

Así, los estudios arqueométricos constituyen un ámbito de investigación transdisciplinar en el que convergen arqueólogos, geólogos, conservadores, físicos, químicos, biólogos e ingenieros, entre otros, con el fin de obtener, a través del uso de técnicas instrumentales, la máxima información tecnológica, cultural e histórica acerca de los distintos

materiales que componen el patrimonio arqueológico universal (Westfall 2006 en Fernandes y Dias 2012: 107-108).

### 11.1.2 Los antecedentes

Las relaciones entre la Arqueología y las ciencias experimentales se remontan al siglo XVII, pues en 1660 la *Royal Society of London* se centró en promover el concepto de aumentar el conocimiento por la observación más que por la relectura de los autores clásicos. Así, en 1720 el astrónomo Edmund Halley examinó la erosión de las piedras de Stonehenge concluyendo que el monumento debería tener de dos a tres mil años de antigüedad. Posteriormente, el anticuario William Stukeley propuso que el monumento megalítico de Avebury debía ser anterior al de Stonehenge, pues sus piedras presentaban una erosión mayor. Este mismo autor dedujo a través de las observaciones estratigráficas que algunos túmulos de la Edad del Bronce en Bretaña eran más antiguos que las carreteras romanas que los atravesaban. Del mismo modo, Stukeley, como antes lo había sugerido William Camden, reconoció que las marcas en las cosechas eran producidas por las estructuras enterradas.

A inicios del siglo XIX tuvo lugar el desarrollo de la arqueología prehistórica de estilo escandinavo, que conllevó la consecución de las primeras seriaciones de objetos prehistóricos, iniciadas en 1819 por Thomsen en Dinamarca y aplicadas posteriormente en Canadá, Escocia y Suiza.

Desde finales de 1850 se desarrolló en Inglaterra y en Francia la arqueología paleolítica, basada en la paleontología y la historia geológica. Se estudiaron los artefactos como fósiles diagnósticos de estadios particulares del desarrollo más que como productos del comportamiento humano, predominando una visión unilineal evolucionista. Pero a diferencia de la arqueología escandinava, los arqueólogos paleolíticos observaban las culturas modernas con tecnologías parecidas asumiendo que los patrones de subsistencia, de organización social y las creencias de los grupos modernos se aplicaban también en los del pasado. Asimilaron a los tasmanes con los neandertales europeos y a la cultura solutrense con los inuit, basándose en el hecho de que culturas con el mismo estadio de desarrollo deberían compartir caracteres generales, sin importar ni cuándo ni dónde habían evolucionado.

Paralelamente, durante todo el siglo XVIII y XIX, diversos químicos se vieron implicados en el estudio de materiales arqueológicos, destacando los trabajos de Caylus en 1752 sobre los barnices de cerámicas áticas, Klaproth, quien en 1795 determinó la composición de algunas monedas griegas y romanas o el estudio de pigmentos de Roma y Pompeya publicado por Davi en 1815 (Pollard y Heron 1996 en Montero, García y López 2007: 26). Entre 1864 y 1866 el minerólogo francés Damour propuso que el origen geográfico de las hachas de piedra podía ser establecido considerando la densidad y la composición química de un número de rocas. En lo referente a la procedencia de las cerámicas, en Suecia G. Nordenskiöld publicó en 1893 un estudio petrográfico sobre láminas delgadas de cerámicas de Mesa Verde (Colorado), técnica que se establecería en América a finales del siglo XIX. Finalmente, en el campo de la datación absoluta, en 1892 el francés A. Carnot sugirió que el flúor de los huesos podría ser un indicador de la edad del mismo (el método, sin embargo, no fue aplicado hasta los años 40 del siglo XX).

Muchos de estos primeros estudios analíticos anteriores al siglo XX fueron sobre metales, pero hubo otros sobre cerámica, piedra, vidrio o ámbar. En el campo de la arqueobotánica Kunth publicó en 1826 un trabajo sobre las semillas desecadas y las frutas de las tumbas egipcias y Heer en 1886 un estudio sobre muestras de palafitos suizos (Renfrew 1973 en Montero, García y López 2007: 26). A partir de 1916 se realizaron los primeros análisis cuantitativos de polen de la mano de Lennart von Post (Fernandes y Dias 2012: 111).

Esta primera fase formativa de la Arqueometría tuvo su fin hacia 1930, coincidiendo con el incremento de las técnicas de medición instrumental a partir de la aplicación de la Espectroscopia de Emisión Óptica (OES). Anteriormente, sin embargo, se produjeron avances relevantes con sus correspondientes aplicaciones como la radiografía o la fotografía aérea para la prospección y el registro (Montero, García y López 2007: 26).

### 11.1.3 El desarrollo y la generalización de los estudios

Tras el advenimiento de la II Guerra Mundial aparecieron nuevas técnicas de análisis que tendrían un amplio uso sobre todo a partir de 1970. A. Walsh en 1955 desarrolló la Espectroscopia de Absorción Atómica (AAS) y H. Browman publicó en 1966 los



primeros análisis con Fluorescencia de Rayos X por energía dispersiva (ED-XRF). Los métodos de prospección geofísica experimentaron un gran avance con la aparición de equipos de resistividad y electromagnetismo (Tite 1991: 141). En el campo de la datación, los principios del arqueomagnetismo se presentaron en 1936, la datación por flúor y carbono 14 en la década de 1940 y en 1953 se dieron los principios de la termoluminiscencia, que se generalizaría en los años 70 (Montero, García y López 2007: 26-27).

A partir de la década de 1970 se produjo el desarrollo de la instrumentación gracias al control digital y a la estandarización de las plataformas informáticas. Un gran avance fue el uso desde 1984 de la Espectrometría de Masas por Acelerador de Partículas (MS-AMS) en el campo de la datación por C14. Otra gran aportación para los estudios de prospección y paleoambiente fue el uso de la teledetección espacial y de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y, en el campo de las ciencias biológicas, el análisis de isótopos estables y del ADN con el desarrollo en 1983 de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) (Fernandes y Dias 2012: 112-113).

La aparición a inicios de los 60 de la *New Archaeology* permitió valorar de manera diferente y potenciar el desarrollo de los estudios arqueométricos, gracias a los nuevos intereses de investigación. Como consecuencia inmediata se renovaron las relaciones entre la Arqueología y las ciencias experimentales, produciéndose cambios significativos como fue la creación de numerosos laboratorios propiamente de Arqueometría (p. ej. el laboratorio de datación por dendrocronología y C14 del Museo Arqueológico de la Universidad de Pennsylvania) (Fernandes y Dias 2012: 114).

En la década de 1950 tuvo lugar la primera reunión entre arqueólogos y químicos nucleares en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (New Jersey, EEUU), donde se plantearon las posibilidades de los métodos nucleares en la resolución de problemas arqueológicos. La reunión trajo consigo el inicio de la aplicación de los Análisis por Activación Neutrónica (NAA) a materiales arqueológicos. Por otro lado, en la década de 1970 se fundaron en algunos países las primeras sociedades y asociaciones de Arqueometría, reflejo de la creciente actividad e interés por el estudio del material arqueológico (Fernandes y Dias 2012: 114).

## 11.2 La Geoquímica y su aplicación en la caracterización del sílex

Como ya se ha hecho referencia en el apartado metodológico, todo útil lítico posee dos tipos de propiedades: naturales y culturales. Hasta ahora, en nuestro estudio arqueopetroológico hemos analizado los útiles desde ambas perspectivas, si bien en la escala natural únicamente hemos tenido en cuenta un único nivel. Es decir, todo elemento natural posee tres niveles de análisis distintos: el nivel atómico, el nivel mineral y el nivel petrográfico.

Al nivel más elemental, toda la materia se compone de átomos, la configuración particular de los cuales hace que se correspondan a un determinado elemento químico o sustancia pura. Por ese motivo, en un primer nivel se puede considerar que cualquier artefacto es un conjunto de átomos, de uno o más elementos, representados en distintas proporciones. Así, el estudio de un artefacto al nivel atómico es lo que se conoce como análisis químico y viene dado por la determinación de las concentraciones elementales del artefacto estudiado, es decir, por la determinación de qué elementos están presentes y en qué proporciones.

En un segundo nivel, los átomos se pueden combinar para constituir sustancias, bien formadas por átomos de un único tipo y resultando en una sustancia pura, o bien originadas por átomos de dos o más elementos, resultando en un compuesto. Estas sustancias puras y compuestos pueden tener unas propiedades físicas y unas características químicas totalmente distintas de las de los átomos que las forman. Cuando las sustancias se manifiestan en estado sólido, son homogéneas, de composición química definida y presentan una estructura cristalina ordenada reciben el nombre de minerales. Así, el estudio de un artefacto a nivel mineralógico se lleva a cabo por la determinación del mineral o minerales que lo componen y sus proporciones.

Finalmente, en un tercer nivel, las sustancias puras y los compuestos pueden formar materiales en los que se agregan cristales de un mismo mineral (monominerales) o de dos o más minerales (poliminerales), constituyendo las rocas. El estudio de un artefacto al nivel petrográfico viene dado por la determinación del mineral o minerales que lo componen, así como la forma de agregación, proporciones y textura. Este nivel de análisis es el que hemos venido aplicando en la presente tesis doctoral para los materiales líticos, mediante la observación de láminas delgadas con un microscopio petrográfico.

Para estudiar la procedencia de los sílex arqueológicos recuperados en los distintos yacimientos arqueológicos, hemos analizado los restos líticos desde su tercer nivel de análisis. Los estudios petrográficos aportan datos de gran valor para adquirir información sobre cuestiones de procedencia de materiales, pero en ocasiones, como es nuestro caso, estos análisis no son suficientes. Es por ese motivo que a continuación presentaremos qué técnicas debemos utilizar para el análisis de los restos líticos al nivel más elemental o al nivel mineralógico.

Cuando desarrollamos un estudio geoquímico de material lítico con la voluntad de conocer más datos sobre la procedencia de estos elementos, debemos tener en cuenta algunos factores que debemos poder demostrar (según Malainey 2011: 170):

1. La composición del artefacto es homogénea. El criterio de homogeneidad a menudo se demuestra haciendo una serie de mediciones en un artefacto y, a continuación, suponiendo que todos los demás exhiben el mismo grado de variabilidad.
2. La composición del artefacto no ha sido alterada por el procesado o la alteración de los materiales. Para el caso de los sílex, debemos tener en cuenta que el análisis por métodos no destructivos, que a menudo únicamente ofrecen datos de la composición externa de la pieza, podría inducir a errores, pues ésta podría haber sufrido procesos de alteración por oxidación, corrosión o contaminación.
3. La composición de cada fuente de materia prima es homogénea. La cuestión que sucede con este factor es que en ocasiones se desconocen las fuentes de materia prima y/o la extensión de las mismas.
4. La composición de todas las fuentes potenciales de materia prima es distinta. En este último caso, si no se pueden establecer diferencias en los elementos mayores, menores o trazas, la discriminación entre fuentes puede ser posible utilizando las tierras raras.

Distintas son las técnicas que pueden aplicarse para conocer la determinación mineralógica de los sílex y su composición química. En algunos casos, la técnica requerirá de la destrucción parcial o total de la muestra y su reducción en polvo. En otros, bastará con limpiar la pieza con alcohol para poderla analizar. La elección de la técnica de análisis estará condicionada por la posibilidad o no de alterar el artefacto sobre el que trabajamos. Debemos tener en cuenta, además, que cuando se trata de

técnicas no destructivas, generalmente se analiza la parte más superficial de la pieza, pudiendo no ser representativos los datos obtenidos de la totalidad de la muestra.

Otro aspecto que condicionará sustancialmente el análisis a desarrollar es el número de muestras requeridas para caracterizar, por ejemplo, una fuente de materia prima. Algunos investigadores han sugerido que para el estudio de obsidias bastaría con 5 o 10 muestras por fuente, pues se trata de una litología cuya composición química puede ser fácilmente conocida y presenta un alto grado de uniformidad (Neff 2000 en Malainey 2011: 173). Sin embargo, para la caracterización del sílex, a menudo más heterogéneo, se recomienda analizar de 20 a 40 muestras por fuente de materia prima (Baxter *et al.* 2000 en Malainey 2011: 173-174). Este dato puede resultar sorprendente y a menudo inasumible económicamente si no somos nosotros quienes realizamos los análisis y debemos contratar un servicio externo. No obstante, si tenemos la posibilidad de trabajar con un técnico directamente o procesar nosotros mismos las muestras y realizar los análisis, fácilmente podremos alcanzar el número de muestras propuesto por Baxter *et al.*

Por último, una vez obtenidos los resultados, a menudo se utilizan técnicas estadísticas de análisis multivariante para examinar cómo la concentración de un elemento varía con respecto a otro o diversos elementos en las muestras. Además, se pueden utilizar análisis discriminatorios para confirmar la existencia de grupos en un conjunto determinado o bien para vincular determinados litotipos con fuentes de materia prima específicas. No obstante, debemos tener en cuenta que al comparar elementos mayores, menores y traza es necesario aplicar algún tipo de escala o la transformación de datos a fin de evitar que las variables con concentraciones más altas tengan un exceso de peso en cálculos de muchos coeficientes similares. Para solventar esta cuestión, a menudo se utilizan en el análisis de datos logaritmos de base-10 de las concentraciones de elementos (Malainey 2011: 175).

En el próximo apartado describiremos las técnicas más utilizadas para la caracterización química y mineralógica del sílex, ahondando específicamente en aquellas que hemos empleado para la consecución de la presente tesis doctoral.

### 11.2.1 Análisis mediante la emisión de Rayos X

Descubiertos por Roentgen en 1895, los rayos X poseen longitudes de onda cortas y altas frecuencias, haciéndolos altamente energéticos. Éstos se producen cuando los electrones colisionan con los átomos de un elemento. La naturaleza de los rayos X dependerá del metal del ánodo y del voltaje aplicado (Malainey 2011: 477). La fuerza del impacto provoca el desplazamiento de electrones de la capa interna de los átomos. El átomo se vuelve inestable y para alcanzar de nuevo la estabilidad, otros electrones con energías superiores caen desde niveles externos para cubrir las vacantes de las capas internas. La energía liberada por el reordenamiento de los electrones al saltar de capa se produce en forma de rayos X, que pueden ser medidos.

Diferentes técnicas analíticas utilizan la interacción de los rayos X con una sustancia, o su emisión desde átomos excitados, para obtener información sobre la composición de la muestra.

#### *11.2.1.1 La Difracción de Rayos X (X-Ray Diffraction – XRD)*

En 1912, Max von Laue descubrió la difracción de los rayos X por cristales. La longitud de onda de los rayos X es aproximadamente la misma que la distancia entre los planos reticulares en un cristal. Así, la disposición de la red atómica actúa como una rejilla de difracción para los rayos X dirigidos a la muestra. Sin embargo, cambiando el ángulo con el que los rayos X golpean el material se causa una interferencia de las ondas, proporcionando información sobre la estructura cristalina (Malainey 2011: 478).

El sílex, como muchas otras rocas, se organiza en redes cristalinas. Estas redes pueden conocerse mediante la Difracción de Rayos X, pues cada mineral tiene una composición química única y una disposición cristalina también única.

El recorrido de los rayos X depende del ángulo de incidencia,  $\theta$ , que es el ángulo con el que golpean la superficie o los planos internos del cristal. El ángulo reflejado o de salida es siempre idéntico al ángulo de incidencia. Sin embargo, la distancia que recorren los rayos X varía. En determinados ángulos, la distancia adicional recorrida por los rayos X difractados en una superficie cristalina plana es igual a múltiplos enteros de la longitud de onda ( $n\lambda$ ). Cuando esto ocurre, los rayos X que salen de la muestra están en fase con

los reflejados por la superficie y las ondas se someten a una interferencia constructiva. La amplitud de los rayos X difractados y reflejados por el mineral será mayor que la producida por los rayos X incidentes, produciendo una intensidad máxima. En otros ángulos, los rayos X difractados emergen fuera de fase con los reflejados por la superficie. En estas condiciones se produce una interferencia destructiva y la amplitud de los rayos X reflejada y difractada por el mineral es inferior a la producida por los rayos incidentes (Malainey 2011: 479).

En 1913 Bragg observó que los sólidos cristalinos difractaban los rayos X produciendo unos diagramas caracterizados por picos muy intensos en direcciones determinadas. Para interpretar este fenómeno, Bragg supuso que el cristal estaba formado por planos paralelos de átomos espaciados a una distancia  $d$ , en los que se producía una reflexión especular de los rayos X. La diferencia de camino óptico entre dos rayos reflejados por planos contiguos será  $2d \sin \theta$ . Cuando dicha diferencia tenga el valor de un número entero de veces la longitud de onda, la interferencia será constructiva y aparecerá un pico. La condición es, pues  **$n\lambda = 2d \sin \theta$** .

Según los datos que queramos obtener (identificación mineralógica simple o estructura cristalina) y según la naturaleza del material, dos métodos son utilizados: el método del polvo y el método del cristal giratorio. En el primer método se pulveriza la muestra y se asocia con un material amorfo. A continuación se hace pasar un haz de rayos X monocromáticos sobre la muestra y se proyectan los rayos X sobre el mismo. Como resultado se obtendrá un difractograma con una sucesión de picos correspondientes a las distancias reticulares. En el método del cristal giratorio se dispone un cristal de pequeño tamaño en la cámara que gira entorno a su eje mientras recibe un haz de rayos X monocromático. Cada rayo difractado se traduce en la aparición de una marca sobre una placa fotográfica (Nehlig 1999: 49).

La técnica de la Difracción de Rayos X es muy utilizada en Arqueopetrología para tratar de determinar la estructura cristalina de las rocas explotadas. Es muy precisa para las rocas simples, pero no es válida para el estudio de obsidias, al carecer éstas de estructura cristalina. Para conocer mejor la estructura cristalina, la muestra se reduce a polvo, lo que en ocasiones no puede ser posible dependiendo de la pieza arqueológica analizada. No obstante, existe la posibilidad de realizar análisis no destructivos, que son algo menos precisos. Podríamos decir que a día de hoy es la técnica más extendida entre

los arqueopetrologos para conocer la composición mineralógica del sílex, con ejemplos cercanos (Roy *et al.* 2013, Soto *et al.* 2014).

#### 11.2.1.2 La Fluorescencia de Rayos X (*X-Ray Fluorescence – XRF*)

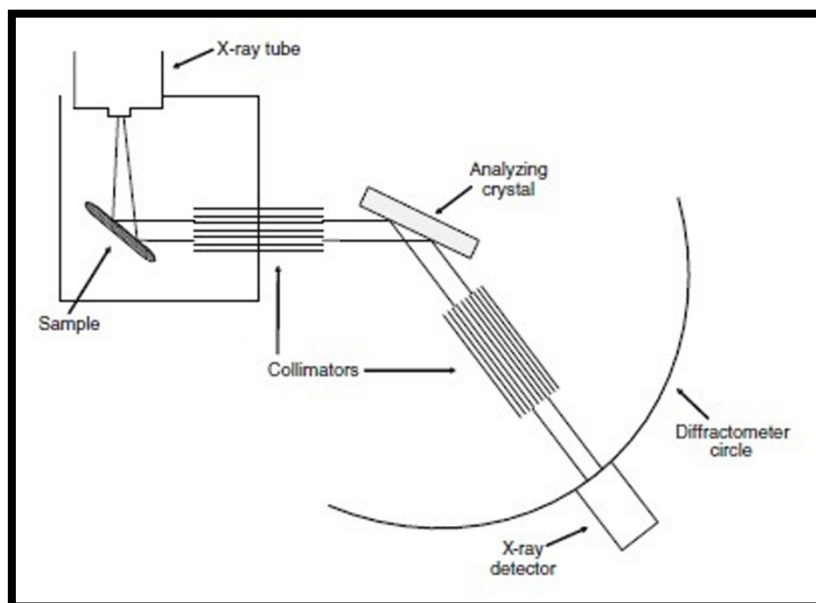
La Fluorescencia de Rayos X es una técnica analítica bien conocida y usada para analizar la composición química del material. Esta técnica utiliza los rayos X para excitar los átomos de la muestra a analizar. Al enviar el haz de rayos X sobre un átomo se producen distintas reacciones. En primer lugar, los rayos X van a golpear un electrón que va a ser expulsado (fotoelectrón). El átomo se vuelve inestable y para recuperar el estado de reposo, un electrón de una capa más externa ocupa la vacante. Las diferentes órbitas que tienen los átomos poseen niveles de energía distintos. Así, cuando un átomo de una capa externa con una energía superior ocupa la vacante, con una energía menor, se produce una diferencia de energía, que va a ser emitida en forma de fotón de rayos X secundario, característico de cada átomo. El resultado es un espectro con un fondo y unos picos. La situación de los picos indica el átomo que lo ha generado y la medida de los picos está en relación con la concentración de este átomo en la muestra (Malainey 2011: 482).

En función del objetivo del análisis, la preparación de la muestra variará. En algunos casos es posible realizar un análisis no destructivo, simplemente examinando pequeños artefactos que entren en las dimensiones del porta-muestras. Otra opción es la pulverización de la muestra y su asociación con un material amorfo para su análisis.

Básicamente se utilizan dos instrumentos para las aplicaciones arqueológicas de la Fluorescencia de Rayos X: por energía dispersiva (*Energy-Dispersive XRF – ED-XRF*) o por dispersión en longitud de onda (*Wavelength-Dispersive XRF – WD-XRF*). Ambas técnicas difieren en la fuente de rayos X y el análisis de rayos X secundarios utilizados.

La Fluorescencia de Rayos X por dispersión de longitud de onda (WD-XRF) (fig. 402) utiliza rayos X primarios generados por tubos de rayos X que operan a 100 kV y producen un amplio haz de rayos X. Los rayos X secundarios de la muestra pasan a través de un colimador para asegurar que únicamente los rayos de radiación paralelos alcancen el espectrómetro de cristal. A continuación, el haz difractado se pasa por un detector o contador (Pollard *et al.* 2007: 104). Este sistema, que es más complejo y

requiere la pulverización de las muestras y su composición en perlas, se concentra en longitudes de onda muy específicas.



**Fig. 402** –Esquema de la Fluorescencia de Rayos X por dispersión de longitud de onda (WD-XRF). Fuente: Malainey 2011: 484.

La Fluorescencia de Rayos X por energía dispersiva (ED-XRF) no utiliza los espectrómetros de cristal para analizar los rayos X secundarios. En este caso se emplean detectores de silicio-litio con una temperatura controlada por el uso generalmente de nitrógeno líquido. Los fotones secundarios se convierten en pulsos eléctricos, que se procesan simultáneamente utilizando un analizador multicanal. Una amplia variedad de fuentes puede generar los rayos X primarios en la ED-XRF, pues además de los tubos de rayos X pueden utilizarse rayos X de isótopo radioactivo de cadmio y americio (Malainey 2011: 484-485) (Pollard *et al.* 2007: 103-104).

La resolución de los instrumentos de ED-XRF es menor a la de los aparatos de WD-XRF, no obstante los primeros permiten modelos portátiles y análisis no destructivos. Este tipo de técnica está siendo muy utilizada para el estudio de la composición química de las rocas, también del sílex, pues es rápida y simultánea, y puede ser automatizada. Además, puede ser una técnica no destructiva y que permite obtener datos con un alto grado de precisión, sobre todo para los elementos menores.



En la Université de Montréal disponen de un laboratorio de caracterización química de artefactos arqueológicos que es único en Canadá y uno de los más punteros de Norteamérica e incluso de Europa en el análisis de rocas (Gauthier y Burke 2011, Gauthier, Burke y Leclerc 2012). Dirigido por el Dr. Adrian Burke, dicho laboratorio dispone de un PANalytical Epsilon 5 para llevar a cabo análisis no destructivos de Fluorescencia de Rayos X por energía dispersiva (ED-XRF).

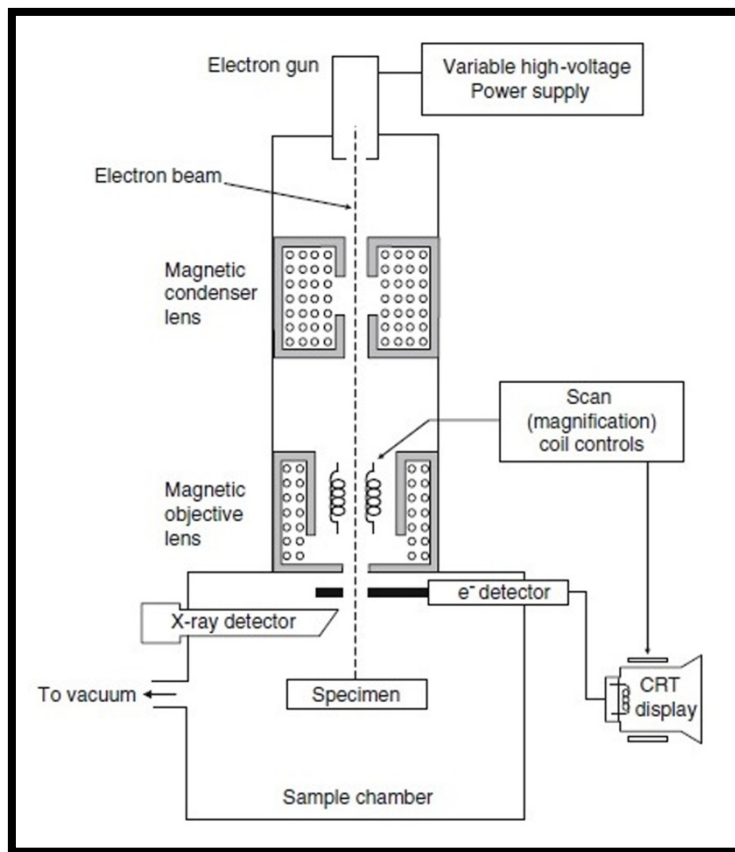
### *11.2.1.3 El Microscopio Electrónico de Barrido (Electron Scanning Microscope – SEM) y la Microsonda Electrónica (Electron Probe X-Ray Microanalysis – EPMA)*

El Microscopio Electrónico de Barrido (fig. 403) combina propiedades ópticas a partir de una señal electrónica con técnicas analíticas elementales, convirtiéndolo en un instrumento polivalente que sirve tanto para producir imágenes muy detalladas de la superficie de la muestra como para elaborar microanálisis de composición química. El bombardeo de la muestra por los electrones del haz incidente del microscopio electrónico genera distintas señales que son detectadas, analizadas y utilizadas con diferentes fines (Pollard *et al.* 2007: 109).

Por un lado, se producen una serie de electrones secundarios, que al rebotar con la superficie producen una imagen de la superficie de la muestra. Esta imagen presenta un gran aumento y una excelente profundidad de campo (Nehlig 1999: 54). También se producen electrones retrodifundidos, que al recuperarlos con un detector producirán una imagen de los distintos componentes mineralógicos presentes en la muestra. Por otro lado, el haz de electrones primarios también provoca la emisión de rayos X. Éstos pueden ser analizados del mismo modo que en la Fluorescencia de Rayos X, obteniendo información sobre la composición química de la superficie. Los datos alcanzados serán cualitativos y, por tanto, adecuados para establecer la presencia o ausencia de un elemento, pero no precisarán la cantidad o concentración de una sustancia (Malainey 2011: 490).

Pese a que se trata de una técnica no destructiva, para un correcto análisis la muestra debe presentar superficies pulidas. En Arqueopetrología se utilizan generalmente las láminas delgadas sobre las que se ha elaborado un estudio petrográfico para poder identificar determinados minerales mediante el análisis de la composición química.

Estudios arqueopetrologógicos que incorporan el análisis de sílex por Microscopio Electrónico de Barrido han sido desarrollados por Soto *et al.* (2014) para el sur de Catalunya.



**Fig. 403** –Esquema de un microscopio electrónico de barrido. Fuente: Malainey 2011: 489.

La Microsonda Electrónica es una técnica de análisis de composición química que se basa en el bombardeo sobre la muestra de un haz de electrones focalizados con el fin de inducir la emisión de rayos X de los átomos en la superficie. Estas emisiones se detectan y son analizadas de la misma manera que en la Fluorescencia de Rayos X. Para la producción de electrones se requiere un sistema de vacío y muestras con superficies pulidas (uso de láminas delgadas para el análisis de rocas). Los rayos X emitidos se miden en un espectrómetro (Nehlig 1999: 53). La resolución espacial de la microsonda es excepcional y se utiliza un microscopio óptico para seleccionar el área de la muestra que será analizada (Malainey 2011: 490).

#### 11.2.1.4 Análisis por Emisión de Partículas Inducidas por Rayos X (*Particle Induced X-Ray Emission – PIXE*)

La espectrometría PIXE es una técnica que permite determinar la composición de los elementos presentes en trazas. Se trata de un método de análisis cuantitativo que reposa en las características de la espectrometría de rayos X, emitidos tras la irradiación de una muestra por iones de alta energía (Nehlig 1999: 52). La principal diferencia entre esta técnica de análisis y la Fluorescencia de Rayos X es que en lugar de emitir rayos X para excitar los átomos, se emplean iones de alta energía (Malainey 2011: 486).

Debido al tamaño de las partículas utilizadas para inducir los rayos X, utilizando PIXE únicamente se analiza la superficie de la muestra, siendo por tanto una técnica no destructiva. En cambio, si lo que se desea es conocer la composición también del núcleo de la muestra será necesaria una preparación que requerirá una destrucción parcial del objeto.

Esta técnica se ha empleado sobre todo para caracterizar la composición química de obsidias arqueológicas en estudios de aprovisionamiento (Esparza *et al.* 2001, Gazzola *et al.* 2009).

#### 11.2.2 Análisis por Activación Neutrónica (*Neutron Activation Analysis – NAA*)

En el Análisis por Activación Neutrónica las muestras se colocan en un reactor nuclear sometido a un campo de neutrones. Cuando los neutrones irradian la muestra se producen una serie de reacciones. Al instante se crean rayos gamma, poco utilizados en estudios arqueométricos. Un tiempo después, variable entre algunos minutos, horas o incluso días, tras absorber la energía de los neutrones y emitir esos primeros rayos gamma, la muestra se vuelve inestable y radioactiva. Para recuperar la estabilidad emitirá nuevos rayos gamma o beta, éstos segundos medidos con ayuda de un detector semi-conductor por espectroscopia. La energía emitida en forma de rayos gamma es característica de cada átomo y, por tanto, de cada componente químico. Por tanto, analizando los rayos gamma emitidos por la muestra radioactiva es posible determinar los elementos presentes (mediante la energía) y su cantidad (mediante la intensidad de los rayos gamma). Para ello se emplean ordenadores y analizadores multicanal que permiten determinar automáticamente las energías (Malainey 2011: 429-432).

El método de Análisis por Activación Neutrónica es no destructivo, puesto que, aparte de una pequeña actividad inducida que disminuye con el tiempo, la muestra queda intacta tras el análisis. Este método permite la determinación de la concentración de un gran número de elementos inorgánicos en una amplia gama de materiales arqueológicos, pues es sensible hasta el nivel de ppm (parte por millón) e incluso ppb (parte por billón) (Pollard *et al.* 2007: 123).

Con esta técnica analítica pueden llegar a ser detectados hasta 33 elementos de la tabla periódica. Es, por tanto, muy precisa y exacta, con picos mejor definidos en los espectros y no requiere de una importante preparación previa ni de una muestra de gran tamaño. Únicamente cuando es necesario analizar ejemplares de grandes dimensiones que no entran en el porta-objetos se requiere la pulverización de la muestra. Además, se trata del único método no destructivo que permite determinar con alta precisión (ppm e incluso ppb) un número tan alto de elementos de la totalidad de la muestra (Nehlig 1999: 52). El principal inconveniente es la escasez de reactores nucleares, que son cada vez menos frecuentes.

El Análisis por Activación Neutrónica ha sido empleado recientemente sobre todo en el estudio de obsidianas tanto de Europa como de América (Kilikoglou *et al.* 2005, Knight *et al.* 2011), con buenos resultados dada la alta precisión alcanzada.

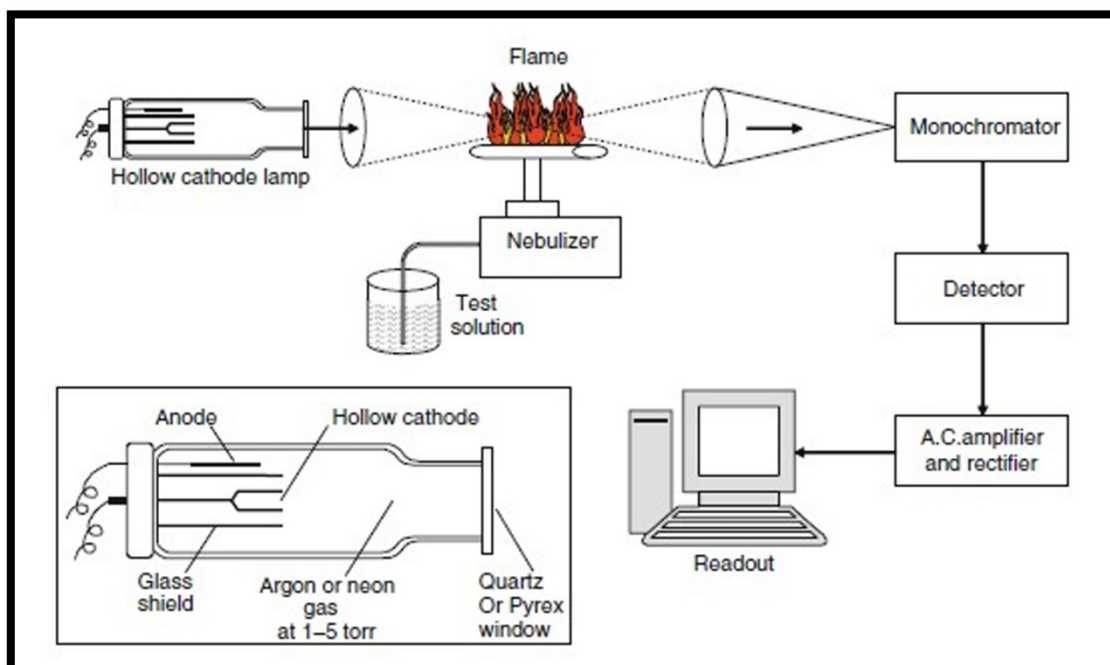
### 11.2.3 Análisis elemental por espectroscopia de emisión y absorción atómica

A continuación se describen las técnicas que utilizan la capacidad de los átomos para absorber y emitir energías características, permitiendo identificar la composición química de las muestras analizadas.

#### 11.2.3.1 Espectrometría de Absorción Atómica (*Atomic Absorption Spectrometry –AAS*)

La Espectrometría de Absorción Atómica se utiliza para conocer la presencia de ciertos elementos en la muestra, pudiendo conocer con precisión la concentración de un elemento en la muestra si está presente. Esta técnica se basa en el principio de que, bajo ciertas condiciones, los átomos de un elemento absorben la luz de longitudes de onda características. Los espectrómetros de absorción atómica constan de tres componentes:

un atomizador de muestras, una fuente de luz y un detector (fig. 404). Mediante una llama o un dispositivo electrotérmico como el horno de grafito, la muestra es expuesta a temperaturas muy altas que van a provocar la atomización de la misma. Los átomos se exponen a la luz característica que produce un elemento particular. Si ese elemento está presente en la muestra, una cantidad finita de luz es absorbida y el detector mide la pérdida de luz. La cantidad de luz absorbida se relaciona directamente con la cantidad de ese elemento en la muestra. Si se emite la iluminación característica de múltiples elementos a la vez, de manera simultánea pueden ser determinadas la presencia y cantidades de los mismos en nuestro objeto arqueológico (Pollard *et al.* 2007: 48-51, Malainey 2011: 443).



**Fig. 404** –Esquema de un espectrómetro de absorción atómica con lámpara de cátodo hueco. Fuente: Malainey 2011: 445.

Uno de los principales inconvenientes de esta técnica es que las muestras deben disolverse en fuertes ácidos antes de su examen. En algunos casos pueden ser analizadas en forma sólida mediante la atomización de descarga luminiscente, pero este proceso requiere que la muestra sea conductora de electricidad, por lo que debe mezclarse con material conductor.

Las aplicaciones de esta técnica en Arqueopetrología no son muy abundantes, pues requieren de mucho tiempo, y se reducen a algunos estudios de obsidianas de yacimientos americanos (Seelenfreund *et al.* 2009).

#### 11.2.3.2 Espectroscopia de Emisión Óptica (*Optical Emission Spectroscopy – OES*)

Esta técnica ha sido aplicada para el análisis de material arqueológico desde 1930 y se basa en el principio de que cuando un elemento es atomizado, se emite una iluminación característica para un elemento particular (Pollard *et al.* 2007: 47-48). Para llevar a cabo este tipo de análisis es necesario crear una solución líquida de la muestra, a menudo realizada con fuertes ácidos. Seguidamente se produce la nebulización de la solución líquida, que pulverizará una fuente de calor, a menudo una llama. En función del combustible utilizado, la temperatura de la llama oscilará entre 1700 y 3000 °C. A esta temperatura se produce la atomización de la muestra y para volver a un estado estable, los átomos liberarán una energía característica en forma de longitud de onda bien definida y visible con luz ultravioleta. Esta luz es dispersada por una rejilla de difracción que la conduce bien a una placa fotográfica, donde las longitudes de onda aparecen como una serie de líneas negras, o a un fotomultiplicador por una ranura (Malainey 2011: 446-447).

Con esta técnica únicamente se pueden realizar análisis semi-cuantitativos basados en la intensidad de la luz emitida, determinando la cantidad por la intensidad de las líneas negras de la placa fotográfica o sobre la base de la salida del fotomultiplicador. No obstante, se trata de una técnica ampliamente disponible, rápida y que sólo requiere una pequeña cantidad de muestra.

Esta técnica fue empleada para el análisis de sílex en los años 70, con resultados débiles, pues las líneas del espectro de la sílice se solapaban con otros elementos (Sieveking *et al.* 1970, 1972 en Mangado 2004). Actualmente ha sido reemplazada por otras más precisas como la Fluorescencia de Rayos X (XRF) o la Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-AES).

### 11.2.3.3 Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy – ICP-AES)

Los principios básicos de la Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente son idénticos a la Espectroscopia de Emisión Óptica (OES). Únicamente difieren en la fuente de energía térmica y la manera en que la luz emitida se detecta y se cuantifica. Los átomos de la muestra son atomizados, ionizados y excitados por energía térmica. Al volver a bajar los niveles de energía de los iones excitados, éstos emiten un fotón cuya energía, y por tanto longitud de onda, es característica del elemento. La antorcha de plasma utilizada en ICP-AES produce una llama de mayor temperatura. Así, una mayor proporción de la muestra es sometida a la atomización e ionización y, en consecuencia, se producen un mayor número de estados de excitación. Mediante el uso de un analizador multicanal se puede detectar y analizar cuantitativamente y de manera simultánea la luz emitida de muchas energías y con frecuencias distintas, facilitando el análisis de las muestras con composiciones complejas (Pollard *et al.* 2007: 57-60, Malainey 2011: .447-451).

Esta técnica permite conocer fundamentalmente elementos mayores, y también es útil para los metales de transición, los alcalino-terrosos y el plomo. Los límites de detección son muy bajos para los elementos mayores (ppm) y variables para los elementos traza. Sin embargo, es una técnica menos económica que la Espectroscopia de Emisión Óptica (OES) o de Absorción Atómica (AAS). Su uso en estudios arqueométricos de materiales líticos es cada vez más frecuente, normalmente en combinación con otras técnicas como PIXE o ICP-MS (Bellot-Gurlet *et al.* 2005, Carter *et al.* 2006, Evans *et al.* 2007, Bellot-Gurlet, Dorigel y Poupeau 2008, Ekshtain *et al.* 2014).

### 11.2.4 Análisis por espectrometría de masas

La espectrometría de masas es una técnica analítica versátil utilizada en arqueometría para tres tipos de aplicaciones: las dataciones, los análisis elementales e isotópicos y las identificaciones de materiales orgánicos complejos (Nehlig 1999: 51). Por la voluntad de esta tesis doctoral, nos centraremos aquí en describir únicamente aquellos métodos relacionados con la caracterización de los elementos líticos.

#### 11.2.4.1 Espectrometría de Masas (*Mass Spectrometry – MS*)

La Espectrometría de Masas se basa en el principio de que la trayectoria de los iones cargados electrónicamente que se mueven desde el exterior hacia un campo eléctrico y/o magnético está controlada por sus masas atómicas según una relación estricta de masa / carga. Este hecho puede utilizarse para separar las partículas cargadas de masas distintas (Pollard *et al.* 2007: 161). Es una técnica que se utiliza para analizar los iones cargados y determinar con precisión qué elementos están presentes y sus proporciones exactas.

El espectrómetro de masas está constituido por cinco partes fundamentales: un sistema de introducción que permite la introducción de la muestra en el espectrómetro; una fuente de iones en la que las moléculas son ionizadas tras el bombardeo electrónico; un analizador que segrega los iones producidos en función de la masa / carga mediante la aplicación de un campo magnético y/o eléctrico; un detector que recoge los iones fragmentados y amplifica el señal asociado a los iones; y un conjunto informático de tratamiento de datos que permite transformar las informaciones recibidas por el detector en un espectro de masas (Nehlig 1999: 51). La habilidad del espectrómetro de masas para separar iones de diferentes masas se conoce como su resolución (Malainey 2011: 418).

Recientemente esta técnica ha sido mejorada con la aplicación de un plasma acoplado inductivamente (ICP), que permite determinar de forma cuantitativa la mayoría de los elementos de la tabla periódica a niveles de traza y ultratrazo.

#### 11.2.4.2 Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – ICP-MS*)

La antorcha de plasma acoplado inductivamente es muy eficiente en la producción de iones positivos de la mayoría de elementos. Por esta razón, es una excelente fuente de ionización por espectrometría de masas. Para poder transferir los iones en el espectrómetro de masas para su análisis se requiere una significativa refrigeración. Este enfriamiento se produce cuando el gas caliente del plasma entra a través de un cono de muestreo a una cámara de baja presión, provocando el enfriamiento y la rápida expansión del gas. Al entrar los iones al espectrómetro de masas se produce su separación gracias a un campo electromagnético según una relación de carga / masa.



Finalmente, cada una de las masas sintonizadas llega al detector donde se evalúa su abundancia en la muestra.

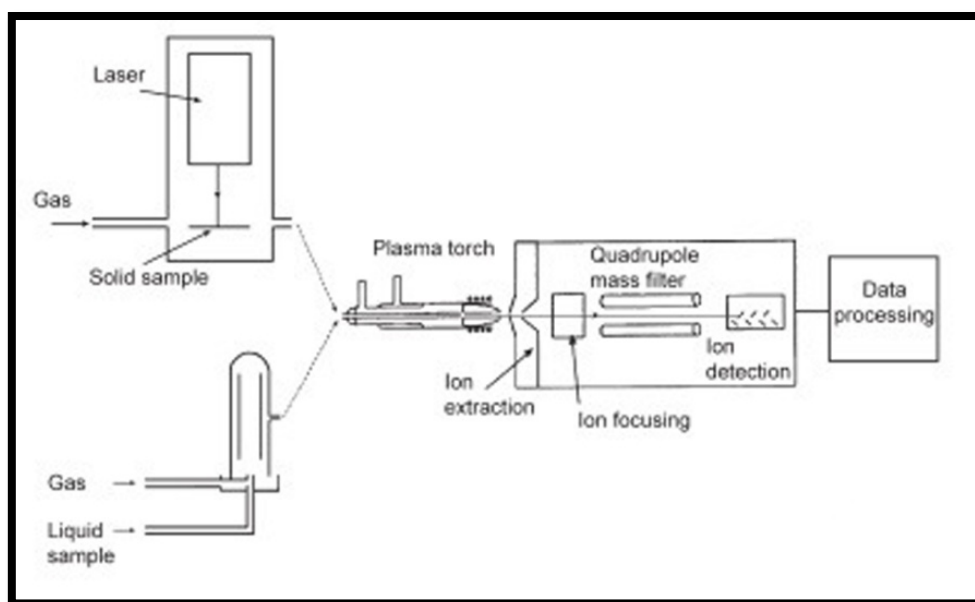
La incorporación del plasma acoplado inductivamente a la espectrometría de masas permite que puedan ser analizados buena parte de los elementos de la tabla periódica, siendo muy eficaz en la detección de los elementos traza, ultra-traza e incluso tierras raras en partes por trillón.

Pese a hallar ejemplos del análisis de útiles de sílex mediante esta técnica (Olofsson y Rodushkin 2011), las aplicaciones principales se vienen desarrollando en la última década fundamentalmente con la combinación de la ablación láser (LA), que exponemos a continuación.

#### *11.2.4.3 Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente con Ablación Láser (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – LA-ICP-MS)*

La Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente con Ablación Láser incorpora una modificación en la primera etapa con respecto a lo observado en la técnica anterior (ICP-MS). En este caso, un rayo láser enfocado sobre la superficie de la muestra genera una serie de partículas finas, proceso conocido como ablación con láser. A continuación, las partículas erosionadas son transportadas a la fuente de excitación secundaria del ICP-MS para la ionización de la muestra. Los iones excitados en la antorcha de plasma se introducen posteriormente a un detector de espectrometría de masas para su análisis elemental e isotópico (fig. 405) (Pollard *et al.* 2007: 197).

Esta técnica es una de las más avanzadas actualmente para el análisis geoquímico de materiales arqueológicos, pues puede realizar el análisis químico con una alta sensibilidad alcanzando las partes por billón y en algún caso las partes por trillón, sin ningún tipo de preparación de la muestra. Se requieren tan solo picogramos (un picogramo equivale a una billonésima parte un gramo) de la muestra, que puede ser conductora o no, y el análisis no necesita un sistema de vacío. Los resultados, que están disponibles en cuestión de segundos, permiten detectar la casi totalidad de los elementos de la tabla periódica.



**Fig. 405** –Esquema de un espectrómetro de masas por plasma acoplado inductivamente con ablación láser. Fuente: Pollard *et al.* 2007: 198.

Se trata de una aportación más a la espectrometría de masas que responde a muchos de los criterios exigidos por los arqueólogos, pues no requiere de la destrucción de la muestra, es rápida y permite obtener información sobre prácticamente la totalidad de los elementos de la tabla periódica. El principal inconveniente es que es una técnica costosa, debido principalmente al argón necesario para el plasma. En los últimos años se han llevado a cabo estudios arqueopetrologógicos utilizando esta técnica geoquímica sobre rocas diversas, principalmente sílex (Speer 2014a, Speer 2014b), obsidianas (Scharlotta, Gilstrap y Neff 2011, Barca, Lucarini y Fedele 2012) y cuarcitas (Pitblado *et al.* 2013).

### 11.2.5 Análisis molecular por absorción y espectroscopia Raman

A continuación trataremos una serie de técnicas espectroscópicas que utilizan la región infrarroja del espectro magnético para dar información sobre las moléculas y los compuestos. Éstas son la Espectroscopia de Infrarrojos (IR) y su mejora con la Transformación de Fourier (FTIR) y la Espectroscopia Raman.

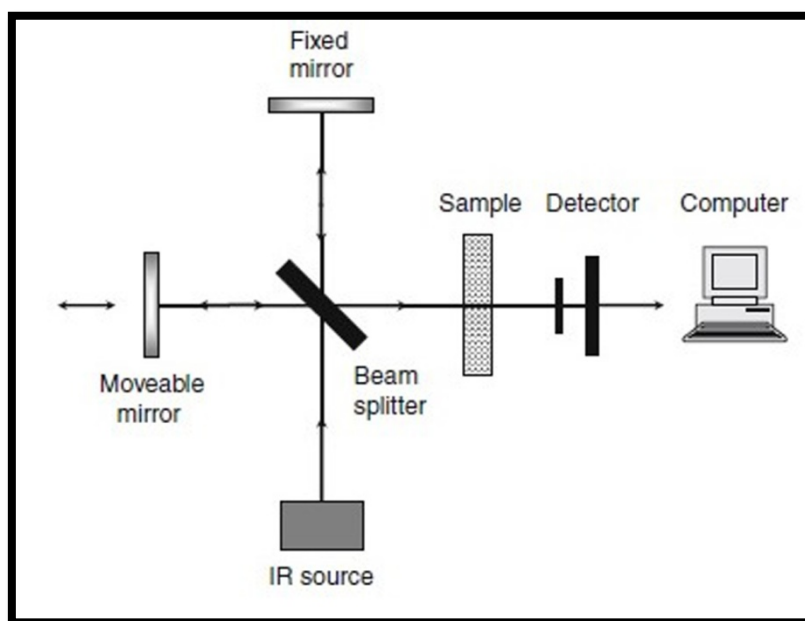
### 11.2.5.1 Espectroscopia de Infrarrojos (*Infrared Spectroscopy – IR*) y Espectroscopia de Infrarrojos por Transformada de Fourier (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy – FTIR*)

La Espectroscopia de Infrarrojos es un tipo de espectroscopia de absorción que utiliza la región infrarroja del espectro electromagnético para identificar un compuesto o investigar la composición de una muestra. Esta técnica se basa en el hecho de que los enlaces químicos de las sustancias tienen frecuencias de vibración específicas, que corresponden a los niveles de energía de la molécula. La absorción de luz infrarroja de energía o frecuencia apropiada excita a la molécula desde su estado fundamental hasta un estado excitado, produciéndose la vibración de un modo determinado. Una molécula absorberá energía cuando ésta sea igual a la necesaria para que se produzca una transición vibracional de la molécula. Es decir, la molécula vibrará de un modo determinado gracias a la energía que se le ha suministrado. La frecuencia o longitud de onda de cada modo de absorción depende de la masa relativa de los átomos, de la constante de fuerza de los enlaces y de la geometría de la vibración. Esto hace posible asignar frecuencias características de alargamiento y flexión a grupos funcionales específicos. Pero para que una vibración aparezca en el espectro infrarrojo, la molécula deberá someterse a un cambio en su momento dipolar (medida de la intensidad de la fuerza de atracción entre dos átomos) durante la vibración.

Para poder obtener medidas en una muestra, se transmite un rayo monocromo de luz infrarroja a través de la muestra y se registra la cantidad de energía absorbida. Repitiendo esta operación en un rango de longitudes de onda de interés se puede construir un gráfico.

Aunque la forma convencional del espectrómetro de Espectroscopia de Infrarrojos descrita está todavía en uso, la forma más común de utilizar la espectroscopia de infrarrojos en un laboratorio de investigación es con un espectrómetro por Transformada de Fourier (FTIR). Se trata de una mejora de la calidad del espectro de infrarrojos, que permite una mayor rapidez y precisión en los análisis. En este dispositivo, basado en el interferómetro de Michelson (Malainey 2011: 460), un solo haz de radiación de infrarrojos se divide en dos por medio de un espejo, obteniendo un 50% de la luz reflejada y el otro 50% de la luz transmitida. Ambos rayos se reflejan en dos espejos, uno fijo y otro móvil, y ambos haces de luz pasan a través de la muestra. El

espejo móvil se mueve por fracciones de una longitud de onda a lo largo de la trayectoria de los haces. Ambos haces se recombinan por el divisor de haz y pasan por un detector térmico (fig. 406). Si la diferencia de camino entre los dos haces es cero, entonces ambos están en fase, produciéndose una interferencia constructiva. El interferograma producido es un gráfico de la intensidad de luz (eje Y) con la posición del espejo (eje X). Este proceso se realiza repetidamente con la voluntad de obtener muchos interferogramas (Pollard *et al.* 2007: 80-81, Malainey 2011: 460-461).



**Fig. 406** –Esquema de un espectrómetro con interferómetro. Fuente: Malainey 2011: 461.

La Espectroscopia de Infrarrojos por Transformada de Fourier permite analizar muestras de manera no destructiva. Esta técnica, así como la tradicional Espectroscopia de Infrarrojos, han sido utilizadas para el estudio de la procedencia de sílex arqueológicos con buenos resultados (Hawkins *et al.* 2008, Cinta, Pop y Nemeth 2008, Olivares *et al.* 2009, Parish 2011, Hassler *et al.* 2013, Parish, Swihart y Li 2013).

#### 11.2.5.2 Espectroscopia Raman (Raman Spectroscopy)

La Espectroscopia Raman es una técnica fotónica de alta resolución que proporciona en pocos segundos información química y estructural de casi cualquier material, permitiendo su identificación. El análisis se basa en el examen de luz dispersada por un

material al incidir sobre él un haz de luz monocromático. Una pequeña porción de luz es dispersada inelásticamente, experimentando ligeros cambios de frecuencia que son característicos del material analizado e independientes de la frecuencia de la luz incidente. Así, tras la exposición a la radiación, algunas moléculas generalmente vuelven a su estado inicial, liberando una energía que es idéntica a la del haz incidente. Sin embargo, otras no vuelven a su estado inicial, sino que se mueven a un nivel de energía diferente. El nuevo nivel de energía puede ser superior o inferior al del estado inicial. Este fenómeno se conoce como dispersión Raman, en honor al físico que primero lo describió. Esta técnica requiere de una luz incidente extremadamente intensa, por lo que se utilizan láseres o lámparas de arco. La radiación dispersada se detecta generalmente en ángulo recto con el haz incidente (fig. 407) (Pollard *et al.* 2007: 83-85, Pérez 2005, Malainey 2011: 463-464).

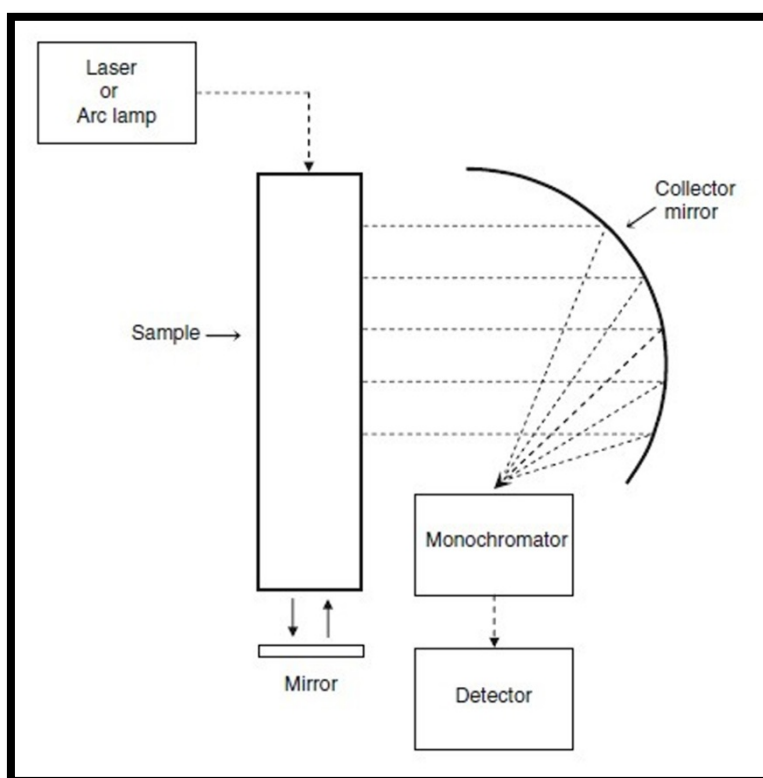


Fig. 407 –Esquema de un espectrómetro Raman. Fuente: Malainey 2011: 464.

La Espectroscopia Raman es similar a la Espectroscopia de Infrarrojos, pues ambas técnicas analizan los cambios en la energía de vibración en lugar de las transiciones de electrones. Una diferencia sustancial entre ambas es que los enlaces covalentes

simétricos, que no absorben energía en la región del infrarrojo, pueden ser analizados por Espectroscopia Raman (Malainey 2011: 464).

Se trata de una técnica de análisis que se realiza directamente sobre el material a analizar sin necesitar éste ningún tipo de preparación especial y sin conllevar alteración de la superficie sobre la que se realiza el análisis, siendo por tanto una técnica no destructiva. Por ese motivo, ha sido ya empleada en el análisis de artefactos líticos con la voluntad de ahondar en la procedencia de sílex y obsidianas, bien utilizada como técnica principal (Carter *et al.* 2009, Kelloway *et al.* 2010, Bustillo *et al.* 2012) o combinada con FTIR (Cinta, Pop y Nemeth 2008).

A lo largo de este apartado se han presentado las principales técnicas de análisis geoquímico que a día de hoy se utilizan para caracterizar materiales arqueológicos líticos. No son las únicas, pero sí las que han sido más empleadas para caracterizar este tipo de materias a nivel arqueológico. Algunas, como la XRD, la XRF o la LA-ICP-MS, son ampliamente empleadas y cada vez son más los arqueopetrólogos que las incorporan en sus análisis. Otras se encuentran en un estado incipiente, y en estos momentos empiezan a aplicarse sobre materiales arqueológicos, por lo que deberemos esperar algún tiempo para observar la difusión de las mismas y su aplicación extendida sobre materiales líticos.

### **11.3 Aplicación de la Difracción de Rayos X y la Fluorescencia de Rayos X al caso de estudio de la presente tesis doctoral**

#### 11.3.1 Planteamientos iniciales

A lo largo de los capítulos precedentes se ha podido observar cómo el estudio arqueopetroológico llevado a cabo hasta el momento, en muchos casos no es suficiente, pues no permite concretar con total precisión una relación directa entre tipos de sílex identificados en los yacimientos estudiados y formaciones geológicas específicas. Así, el análisis macroscópico y la observación al microscopio petrográfico de láminas delgadas nos han permitido, en el mejor de los casos, proponer una serie de formaciones geológicas susceptibles de haber sido utilizadas para el abastecimiento de sílex de los grupos magdalenienses que se asentaron en los distintos asentamientos analizados.

Nuestra voluntad ha sido poder precisar algo más en la caracterización arqueopetrográfica aplicando algunas de las técnicas de análisis geoquímico para poder conocer la composición mineralógica y elemental de los sílex arqueológicos y sus posibles paralelos en formaciones geológicas. Se ha planteado un total de cuatro problemas arqueológicos que buscamos solventar con la aplicación de técnicas de análisis geoquímico. Para conocer la composición mineralógica de los sílex hemos analizado una serie de piezas arqueológicas y muestras geológicas por Difracción de Rayos X. Para ahondar en la composición química hemos desarrollado análisis de Fluorescencia de Rayos X.

Se trata, no obstante, de una primera aproximación a estas técnicas de análisis más precisas. Tan sólo una escasa representación del registro ha podido ser analizada, debido principalmente al alto coste de la consecución de estas analíticas. Es, por tanto, una primera aproximación que pretende aportar nuevos datos a la cuestión planteada en esta tesis doctoral, dejando abierta para un futuro la posibilidad de desarrollar estudios sistemáticos completos y exhaustivos que permitan ser más precisos y concluyentes.

### 11.3.2 Aportaciones de la Difracción de Rayos X al problema de estudio

Para conocer la composición mineralógica de los litotipos determinados en los yacimientos analizados y de las fuentes de sílex susceptibles de haber sido utilizadas se ha hecho una selección de muestras en base al presupuesto económico con el que contábamos.

De este modo, se seleccionaron un total de 10 piezas arqueológicas de cada uno de los litotipos diferenciados en los yacimientos de Montlleó (Montlleó-T1, Montlleó-T2, Montlleó-T3, Montlleó-T4), Cova del Parco (Parco-T1, Parco-T2, Parco-T3 y Parco-T4) y Cova Alonsé (Alonsé-T1 y Alonsé-T2). También se eligieron 12 muestras geológicas correspondientes a los sílex de la Formación Castelltallat (Peraltilla), de Tartareu-Alberola (Alberola), de la Formación Puy de Cinca (Puy de Cinca), de la Formación Tremp (1) (Alins y VSSM) y (2) (Zurita), de la Formación Agua-Salenz (Agua-Salenz), del Mioceno de la Cuenca del Ebro (Candasnos), del flysch de Hibarette-Montgaillard (Montgaillard), de las calizas Nankin de Montsaunès

(Montsaunès), del Paleoceno de la vertiente norpirenaica (sílex *Bleu*) (Paleoceno) y del oligoceno de Corbières (Corbieres Bages).

Los análisis de las 22 muestras seleccionadas se han llevado a cabo en el Laboratorio de Arqueometría del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH). Se ha utilizado un Difractómetro PANalytical X'Pert PRO con geometría Bragg-Brentano en configuración  $\Theta$ - $\Theta$ , porta-muestras de carga trasera, radiación de Cu-K $\alpha$  (1.541874 Å) y rendija de divergencia variable, rendija anti-scatter de 7.5 mm. Las muestras geológicas y arqueológicas se han sometido a las mismas condiciones analíticas (*Step* de 0,02°, rango de 2 $\Theta$  de 10° - 75°, excitación a 45 kV, y 40 mA). Los análisis semi-cuantitativos se han realizado siguiendo el método Chung y obteniendo los resultados que se presentan a continuación (tabla 8).

MUESTRA	TIPO	CUARZO	CALCITA	DOLOMITA	FILOSILICATOS
Montlleó-T1	Arqueológica	99,5	0,5	0	0
Montlleó-T2	Arqueológica	100	0	0	0
Montlleó-T3	Arqueológica	99	1	0	0
Montlleó-T4	Arqueológica	97	3	0	0
Parco-T1	Arqueológica	89	0	0	11
Parco-T2	Arqueológica	89	0	0	11
Parco-T3	Arqueológica	91	1	0	8
Parco-T4	Arqueológica	95	4	1	0
Alonsé-T1	Arqueológica	94	6	0	0
Alonsé-T2	Arqueológica	94	0	0	6
Agua-Salenz	Geológica	94	5	1	0
Alberola	Geológica	96	4	0	0
Alins	Geológica	90	0	0	10
Candasnos	Geológica	90	2	0	8
Corbières-Bages	Geológica	86	0	8	6
Montgaillard	Geológica	92	0	0	8
Montsaunès	Geológica	93	0	0	7
Paleoceno	Geológica	100	0	0	0
Peraltilla	Geológica	87	6	0	7
Puy de Cinca	Geológica	92	1	0	7
VSSM	Geológica	96	0	0	4
Zurita	Geológica	94	1	0	5

**Tabla 8** – Porcentajes de las fases minerales presentes en las muestras geológicas y piezas arqueológicas analizadas mediante Difracción de Rayos X por semi-cuantificación.



### 11.3.2.1 La cuestión de los sílex lacustres

Los sílex originados en un medio de sedimentación continental lacustre, recordemos que presentaban a escala macroscópica y microscópica una convergencia de facies silíceas. En todos los yacimientos analizados hallamos sílex de adscripción lacustre y para esta primera aproximación geoquímica se han podido estudiar muestras de los litotipos 1 de Cova Alonsé, Montlleó y Cova del Parco. Durante las prospecciones de campo se determinaron hasta cinco formaciones distintas que contenían sílex en posición primaria con similares características a las observadas en los sílex del litotipo 1 de los tres asentamientos mencionados. Éstas son la Formación Castelltallat (Rupeliense - Estampiense, Oligoceno), los sílex de Tartareu-Alberola (Rupeliense, Oligoceno), los sílex miocenos de Puente Candanos, en la Cuenca del Ebro (Aquitaniense-Vimbodiense, Mioceno), la facies lacustre de la Formación Trepmp (Maastrichtiense, Cretácico superior) y los sílex oligocenos de la cuenca de Bages-Sigean (Oligoceno).

Los resultados del análisis semi-cuantitativo por Difracción de Rayos X son poco resolutivos y asientan el problema de la existencia de una convergencia de facies silíceas. Además, en cuatro muestras geológicas (Candanos, Corbières, Peraltilla y Zurita) y en la pieza arqueológica de la Cova del Parco (Parco T1) se ha identificado la presencia de moscovita. Tras la observación de los difractogramas creemos que debemos tomar con cautela los picos de la moscovita presentes en las cinco muestras citadas, pues están muy cercanos al ruido de fondo, es decir a la zona base del difractograma, y en ningún caso aparecen picos muy marcados. En ninguna de las láminas delgadas de las cuatro formaciones y del litotipo 1 de la Cova del Parco identificamos moscovita, por lo que, de hallarse en las muestras, según indican los difractogramas, podrían presentarse en la arcilla de modo microcristalino. En todo caso, debemos ser cautelosos con los picos de la moscovita y los porcentajes que presentan.

Como se puede observar en las figuras 408 a 410 y en la tabla 8, entre los sílex miocenos de Candanos (Candanos) y la Formación Castelltallat (Peraltilla) aparecen en porcentajes similares el cuarzo, la calcita y la moscovita. Los sílex de la Formación Trepmp (Zurita) poseen el mismo contenido mineralógico que los anteriores, siendo la diferencia la escasa representación de la calcita en la muestra de Zurita. Los sílex oligocenos de Tartareu-Alberola (Alberola) difieren de los anteriores en el hecho de que en este caso no aparece la moscovita.

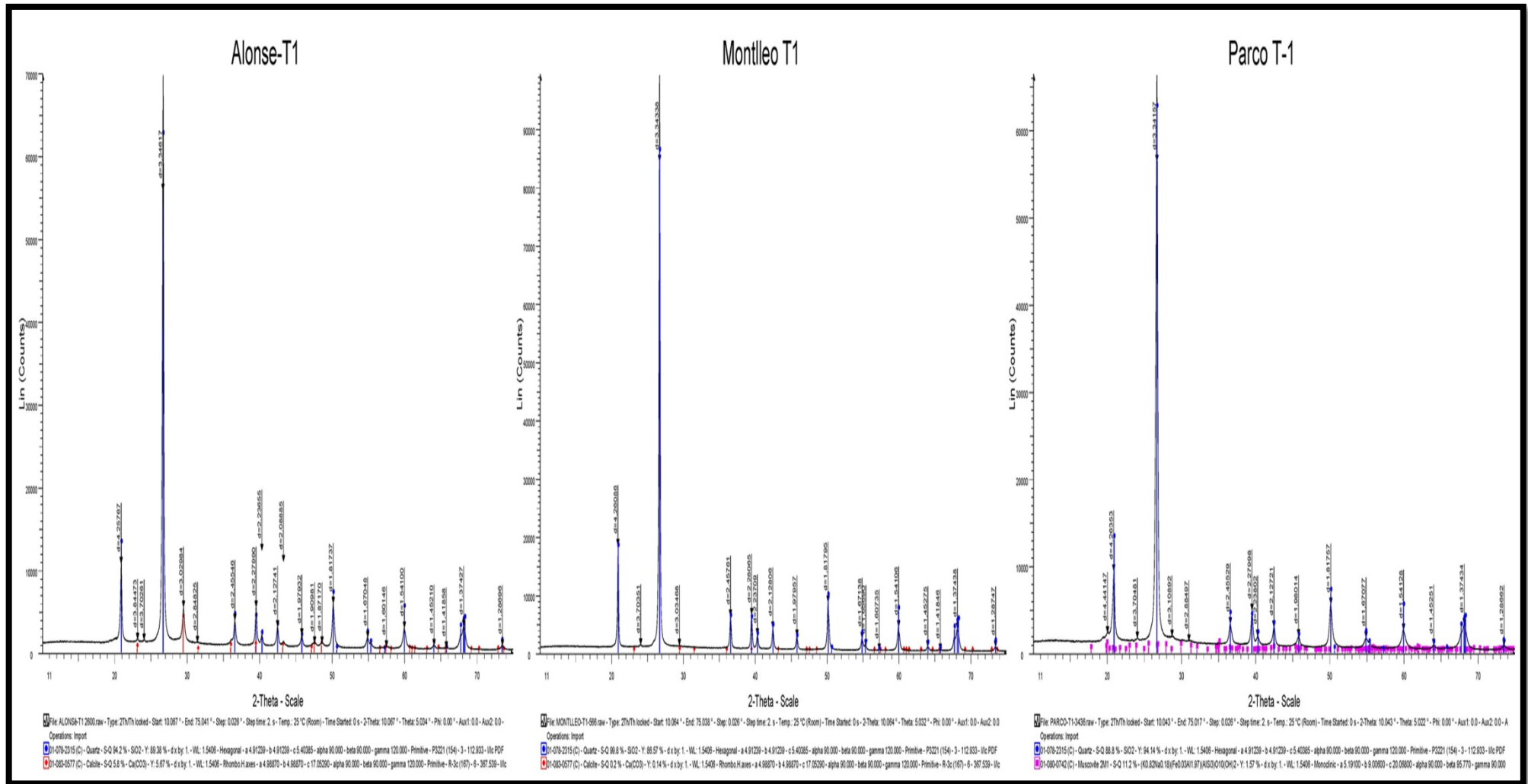


Fig. 408 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Arqueológicas: Alonse-T1, Montlleo-T1 y Parco-T1; Geológicas: Alberola, Candanos, Corbières, Peraltila y Zurita).

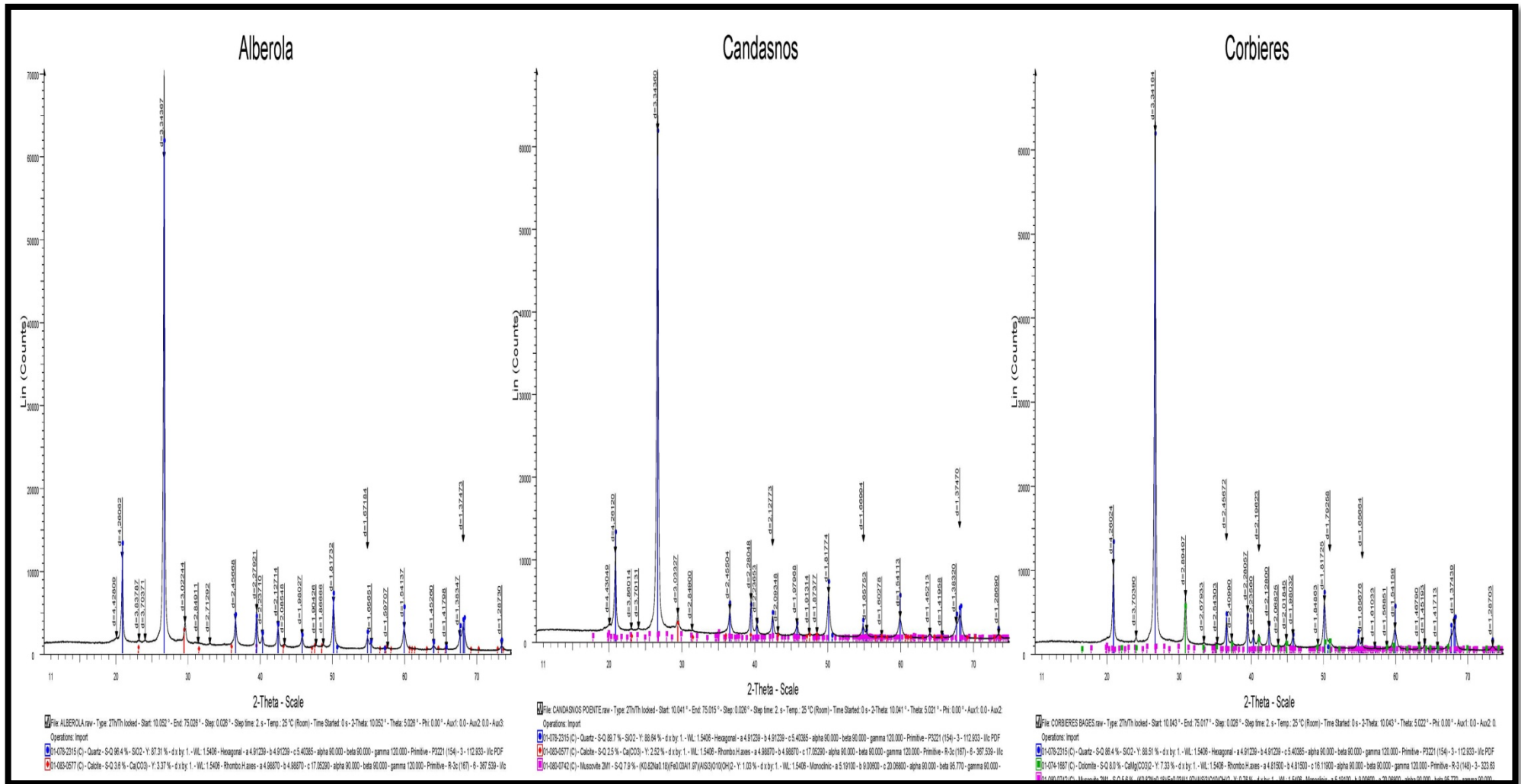


Fig. 409 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Geológicas: Alberola, Candanos y Corbières).

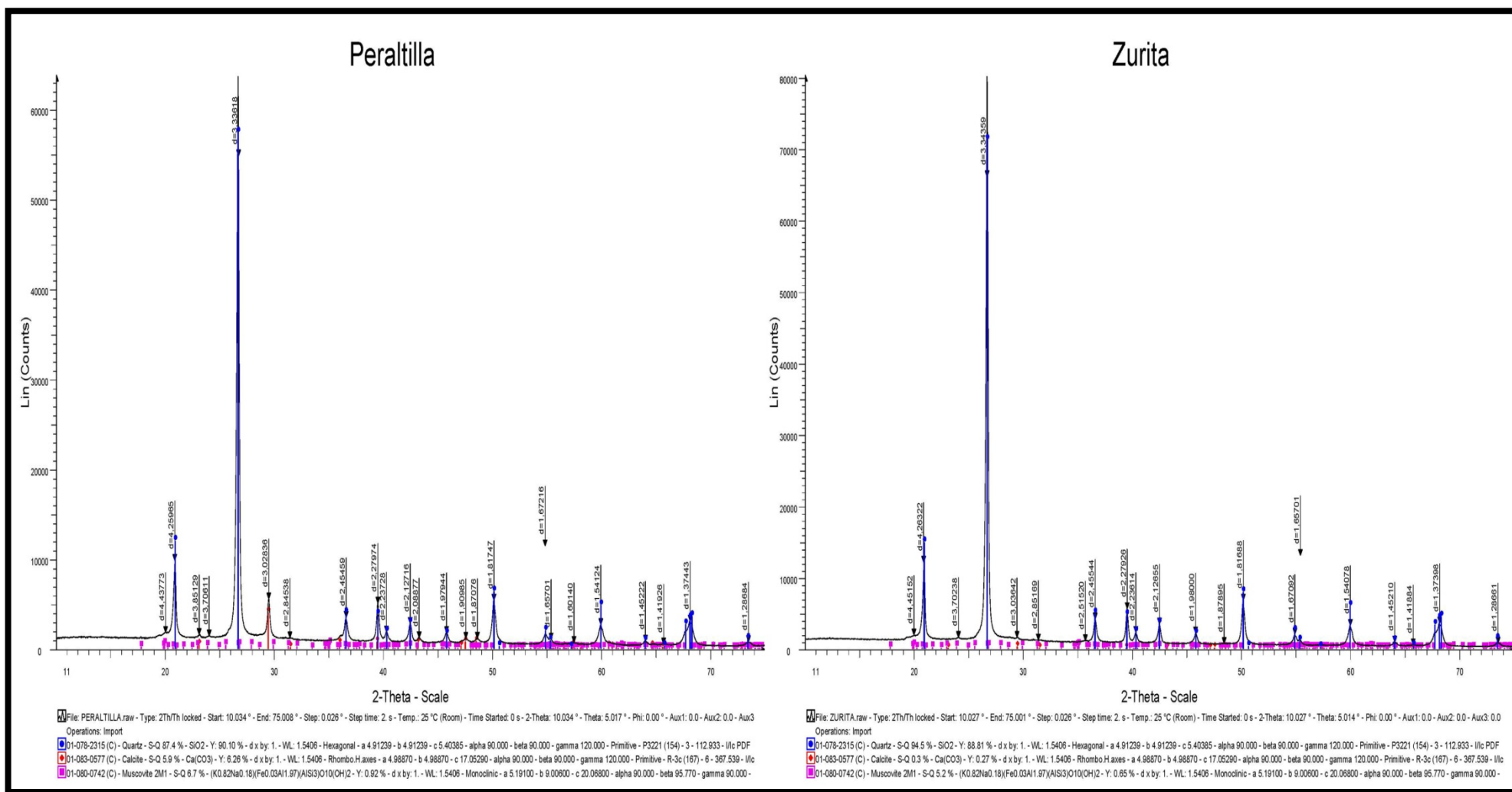


Fig. 410 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Geológicas: Peraltilla y Zurita).

Por último, los sílex del oligoceno de Bages-Sigean (Corbières) son algo distintos, pues además del cuarzo como mineral principal, poseen dolomita, no detectada anteriormente, y moscovita.

Si observamos las tres muestras arqueológicas podemos detectar que el tipo 1 de Cova Alonsé presentaría más paralelos con los sílex de Alberola a nivel mineralógico, pues únicamente se detecta cuarzo y calcita. Este dato sorprende, pues los sílex de Tartareu-Alberola eran los que a escala macroscópica y microscópica presentaban menos similitudes con el litotipo 1 de Cova Alonsé, por lo que reiteramos, debemos tomar con cautela la presencia o ausencia de la moscovita en los difractogramas como elemento diferenciador entre formaciones. La muestra del tipo 1 de la Cova del Parco presenta únicamente cuarzo y moscovita, siendo la mayor similitud con los sílex de la Formación Tremp (Zurita), que es la que posee un porcentaje más reducido en calcita. No obstante, las proporciones de los distintos minerales varían en ambas muestras. Por último, la muestra del tipo 1 de Montlleó está constituida prácticamente en su totalidad por cuarzo, por lo que no presenta un paralelo directo con los sílex geológicos estudiados.

Los datos presentados deben interpretarse con suma cautela. Reiteramos que estamos ante una primera aproximación y, para el caso de los sílex lacustres, parece que el análisis por Difracción de Rayos X no es resolutivo para el problema planteado.

#### *11.3.2.2 La cuestión de los sílex evaporíticos*

Diferente situación se produce para los sílex originados en un ambiente sedimentario continental lacustre evaporítico. Se han analizado muestras del litotipo 2 de Cova Alonsé, Montlleó y Cova del Parco y de tres formaciones geológicas con sílex de estas características: la facies evaporítica de la Formación Tremp (Alins y VSSM), los sílex de la Formación Puy de Cinca (Puy de Cinca) y los sílex del Paleoceno (Paleoceno).

El análisis semi-cuantitativo tras la Difracción de Rayos X demuestra claros paralelos entre sílex arqueológicos y determinados sílex geológicos (figs. 411 a 413). De nuevo aparece representada la moscovita en algunas de las muestras, con picos muy cercanos a la zona de ruido, por lo que debemos considerar con cautela los datos que aporta. Las tres formaciones geológicas con sílex lacustres evaporíticos presentan diferencias. Los sílex

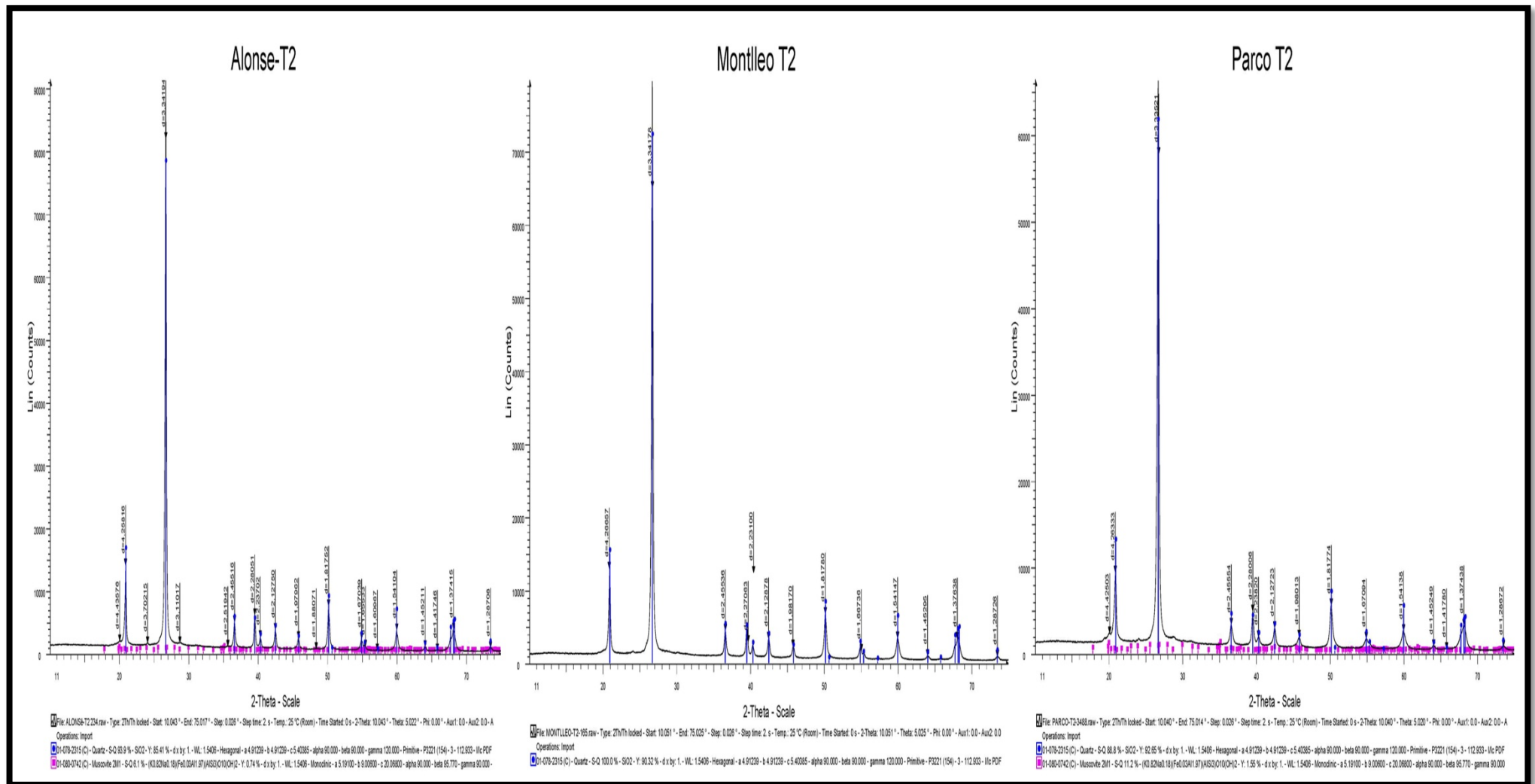


Fig. 411 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Arqueológicas: Alonse-T2, Montlleo-T2 y Parco-T2).

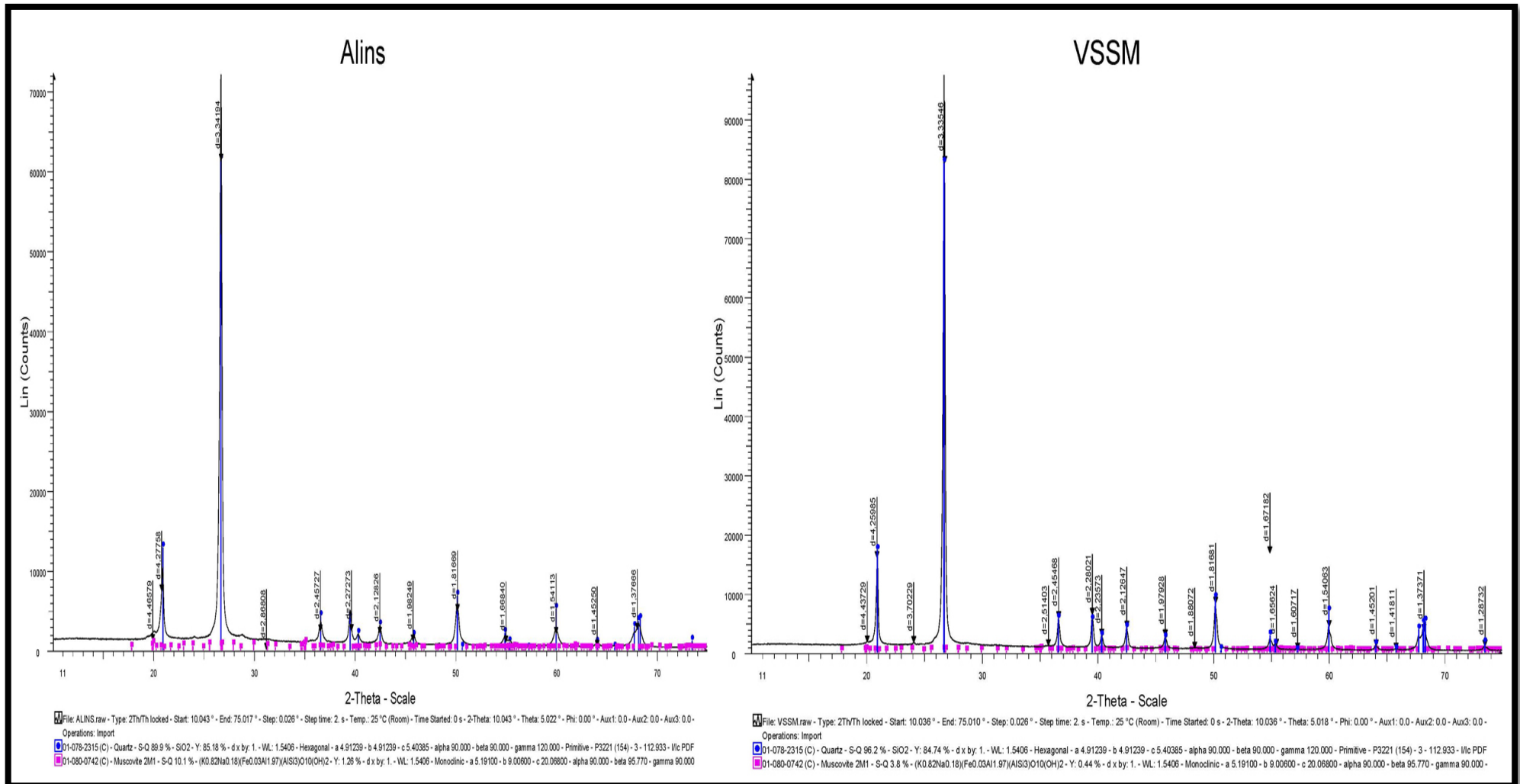


Fig. 412 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Geológicas: Alins y VSSM).

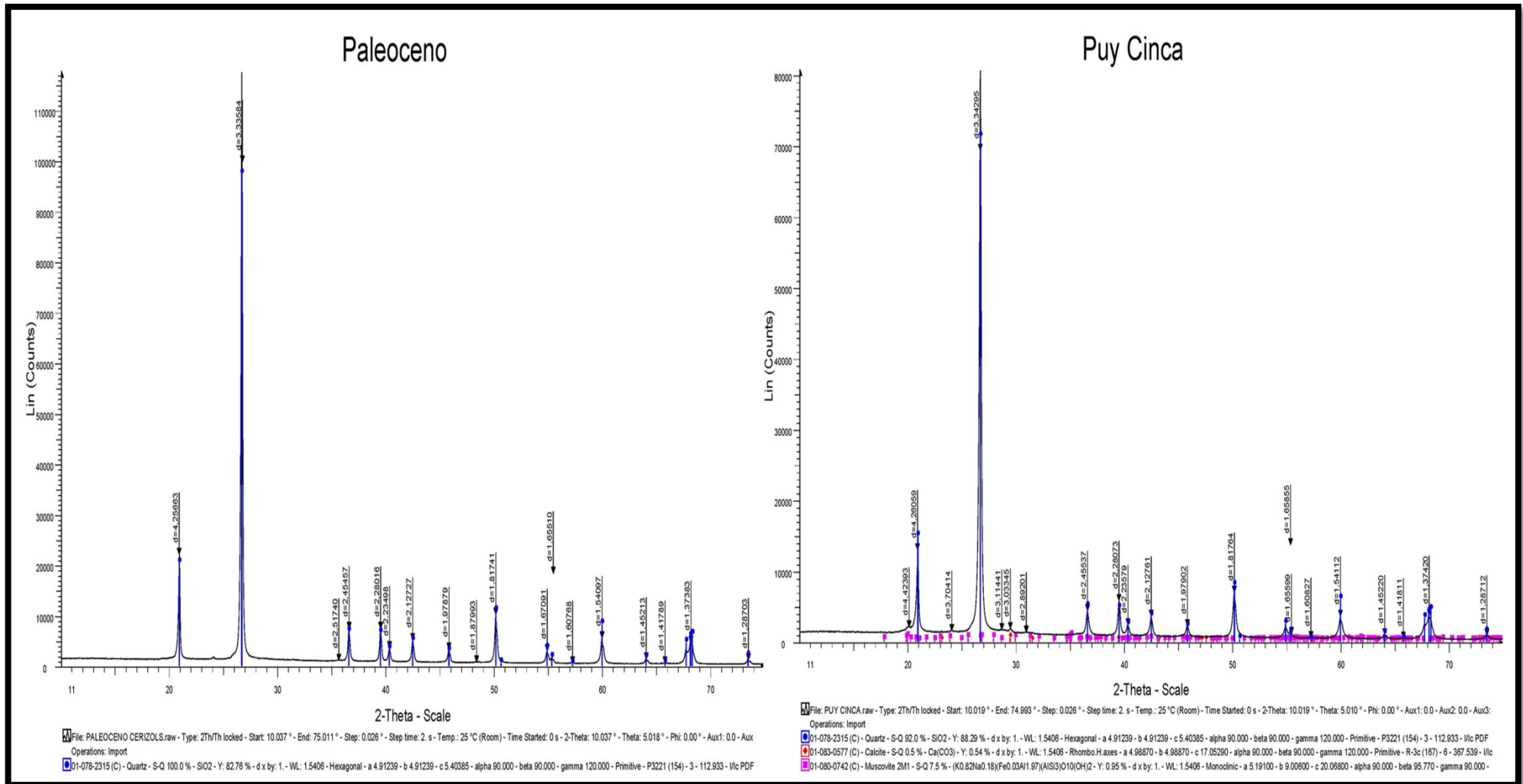


Fig. 413 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Geológicas: Paleoceno y Puy de Cinca).



*Bleu* del Paleoceno están compuestos exclusivamente de cuarzo, los sílex de la Formación Tresp se componen de cuarzo y moscovita, en proporciones variables según el afloramiento, y los sílex de la Formación Puy de Cinca poseen cuarzo, calcita y moscovita.

La muestra del tipo 1 de Montlleó presenta un claro paralelo con la del sílex *Bleu* del Paleoceno, pues se compone en un 100% de cuarzo y los sílex del tipo 2 de Cova Alonsé y Cova del Parco poseen idénticas características a nivel mineralógico con los sílex de la Formación Tresp. Estos resultados, pese a ser tan solo preliminares, confirmarían la explotación de los sílex evaporíticos de la Formación Tresp por los grupos que se asentaron en Cova Alonsé y Cova del Parco. Además, también solventarían el problema de los sílex evaporíticos del litotipo 2 de Montlleó, pudiéndolos relacionar directamente con los sílex *Bleu* del Paleoceno y, por tanto, con una explotación en la vertiente norpirenaica.

### 11.3.2.3 La cuestión de los sílex marinos “pigats”

Los sílex marinos definidos como “pigats” por el aspecto moteado que presentan a *visu* debido a las inclusiones de óxidos metálicos, se relacionaron durante el estudio arqueopetrográfico con los sílex del Flysch de Hibarette-Montgaillard y de Montsaunès-Ausseing, ambas formaciones del Cretácico superior. Se trata de un tipo de sílex con una alta variabilidad, pero la observación macroscópica y microscópica permitió relacionarlos con estas formaciones, sin poder precisar entre ellas debido a su extrema similitud.

Los análisis semi-cuantitativos obtenidos tras la Difracción de Rayos X (figs. 414 y 415) ponen de manifiesto la existencia de similitudes entre ambas formaciones también a nivel mineralógico, pues las dos muestras (Montgaillard y Montsaunès) están constituidas por cuarzo y moscovita. La muestra perteneciente al tipo 3 de la Cova del Parco presenta cuarzo y moscovita en similares proporciones a las dos muestras geológicas. Sin embargo, en la pieza de la Cova del Parco aparece en proporciones muy reducidas la calcita, no detectada en las muestras de Montgaillard y Montsaunès. La muestra del tipo 3 de Montlleó presenta algunas divergencias, pues únicamente se detecta el cuarzo y, en proporciones muy reducidas, la calcita.

Para la cuestión del litotipo 3, el análisis semi-cuantitativo por Difracción de Rayos X no permite ir más allá, y únicamente podemos establecer que *a priori* la muestra de la Cova del Parco presenta una correspondencia mayor con las muestras de Montgaillard y Montsaunès que la observada en la muestra de Montlleó. No obstante, reiteramos que debemos ser cautelosos, pues en este caso de nuevo la moscovita aparece con picos próximos a la zona de ruido, y un análisis de más muestras así como nuevas analíticas con otras técnicas podrían aportar nueva luz al problema planteado.

#### 11.3.2.4 La cuestión de los sílex marinos de tipo “Agua-Salenz”

El análisis arqueopetrográfico de los materiales líticos de Montlleó, Cova del Parco y Forcas I puso de manifiesto la existencia de un litotipo originado en un medio de sedimentación marino que a escala macroscópica y microscópica parecía corresponderse con los sílex de la Formación Agua-Salenz, del Coniaciense. Para esta primera aproximación geoquímica ha sido posible analizar una muestra de este litotipo de Montlleó y otra de la Cova del Parco, así como de una muestra geológica recuperada en el afloramiento de Padarniu, al sur del macizo del Turbón.

Los resultados obtenidos tras el análisis semi-cuantitativo por Difracción de Rayos X confirman la existencia de similitudes entre las piezas arqueológicas y la muestra geológica también a nivel mineralógico (figs. 416 y 417). La muestra de la Formación Agua-Salenz se compone de cuarzo, calcita y en proporciones muy reducidas también dolomita. La muestra de la Cova del Parco presenta esta misma composición mineralógica con porcentajes muy similares. En la muestra de Montlleó se observa el cuarzo y la calcita, pero la dolomita no está presente. Este hecho podría deberse a la existencia de una variabilidad entre áreas de captación.

La aplicación de la Difracción de Rayos X a la cuestión de los sílex marinos de tipo Agua-Salenz permiten determinar que, a falta de más muestras analizadas y la aplicación de otras técnicas, la Formación Agua-Salenz parece haber sido la formación explotada para el abastecimiento de los sílex de estas características que aparecen en los yacimientos de Montlleó y la Cova del Parco.

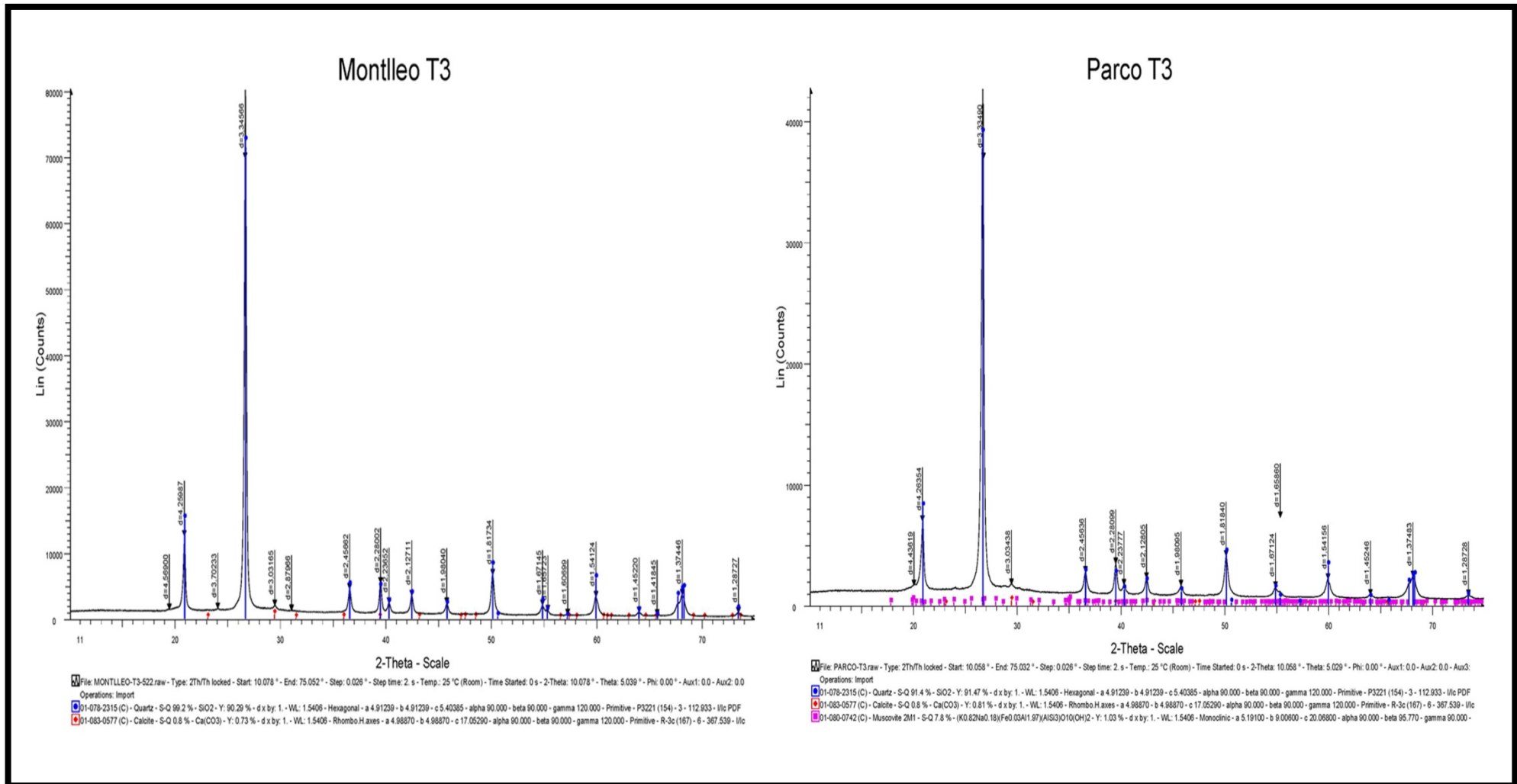
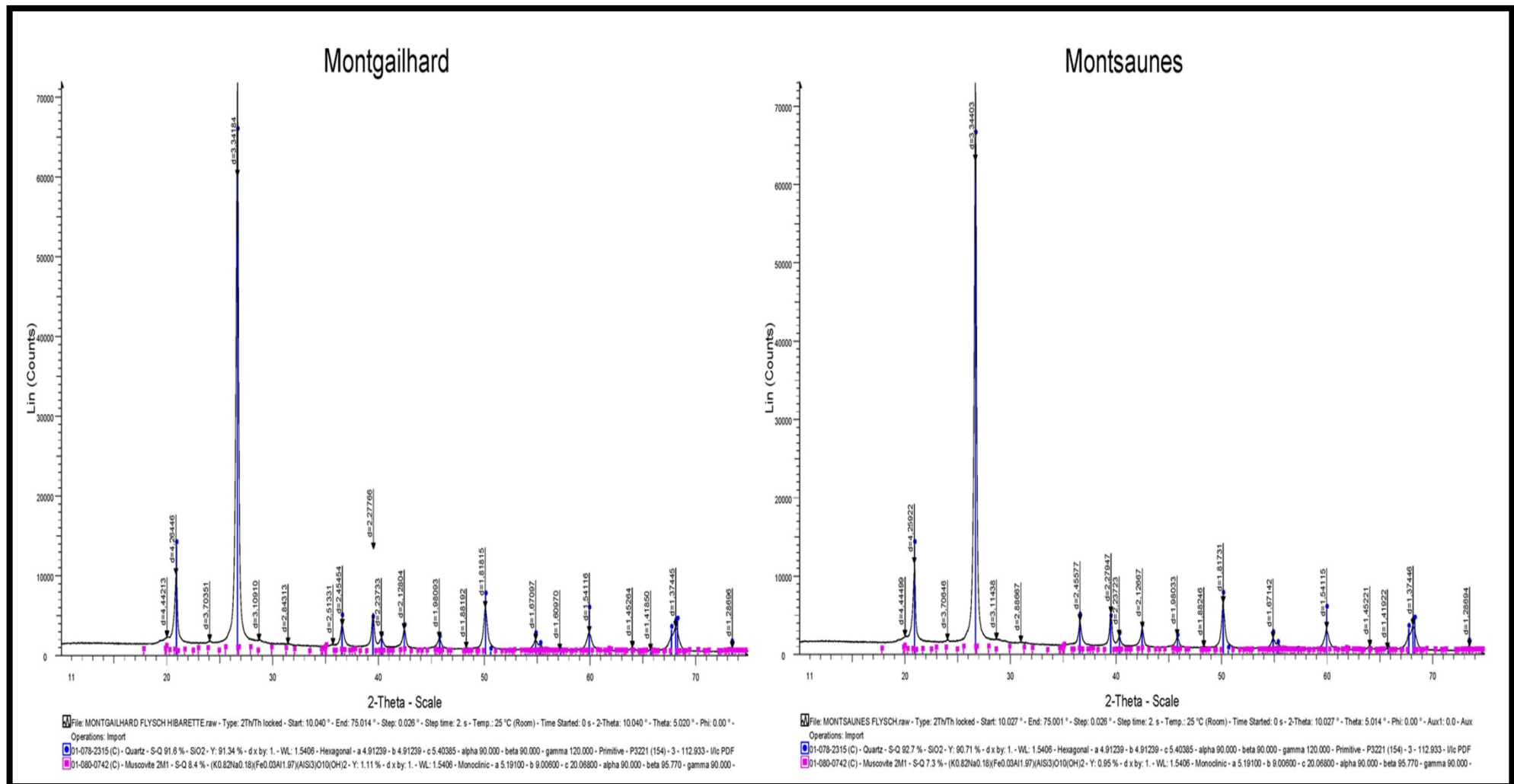


Fig. 414 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos “pigats” (Arqueológicas: Montlleó-T3 y Parco-T3).



**Fig. 415** – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos “pigats” (Geológicas: Montgailhard y Montsaunès).

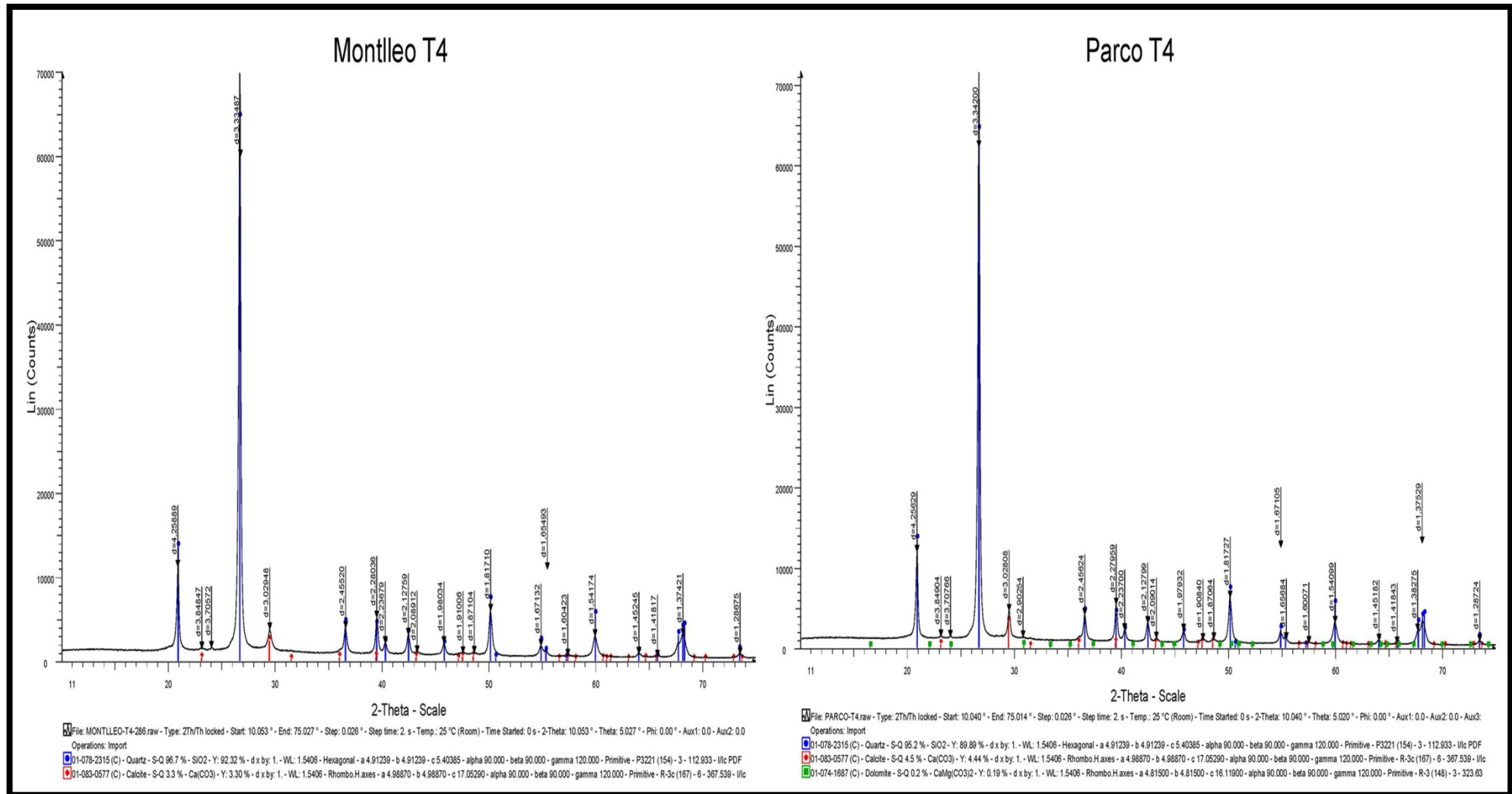


Fig. 416 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos de tipo “Agua-Salez” (Arqueológicas: Montlleó-T4 y Parco-T4).

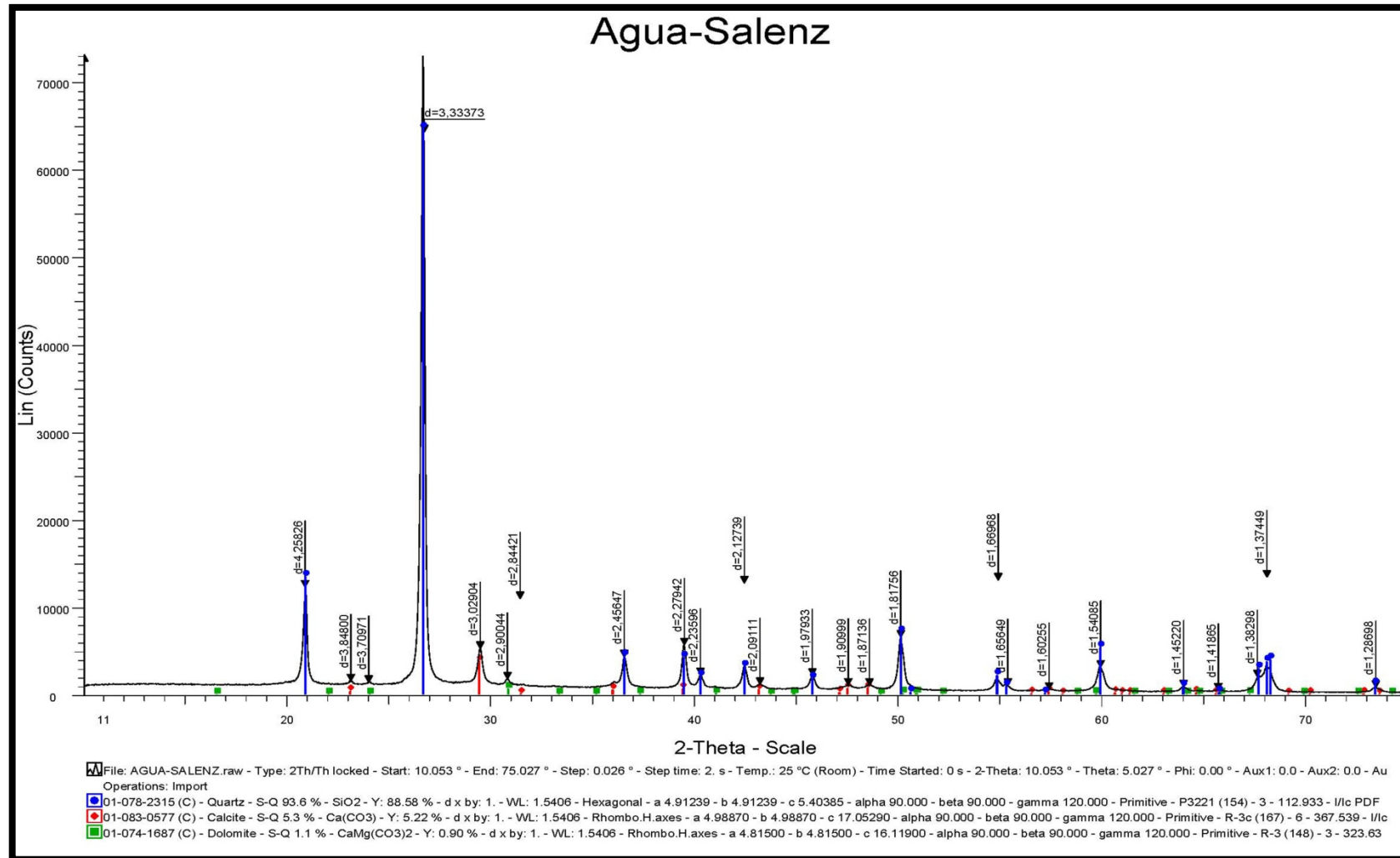


Fig. 417 – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos de tipo “Agua-Salenz” (Geológica: Agua-Salenz).

La aplicación de análisis semi-cuantitativos por Difracción de Rayos X a una selección de piezas arqueológicas y muestras geológicas ha aportado nuevos datos a los problemas planteados tras el estudio arqueopetroológico desarrollado en los anteriores capítulos de esta tesis doctoral. No obstante, como venimos reiterando, se trata de una primera aproximación al conocimiento de la composición mineralógica de estos sílex. Son datos totalmente preliminares que debemos tomar con cautela a la hora de establecer conclusiones, pues somos conscientes de que el número de muestras analizado es terriblemente escaso. A pesar de ello, debemos aprovechar los resultados para poder ahondar algo más en cuestiones de abastecimiento de recursos líticos. Así, los resultados obtenidos serán tenidos en cuenta en el apartado de conclusiones, siempre con la atención que merecen al hecho de tratarse de una primera aproximación.

### 11.3.3 Aportaciones de la Fluorescencia de Rayos X al problema de estudio

Conocida la composición mineralógica de una serie de muestras del conjunto estudiado, fue nuestra voluntad ahondar en la composición química de los principales litotipos de Cova Alonsé, Montlleó y la Cova del Parco, así como de las formaciones geológicas susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenenses que se asentaron en dichos asentamientos. Decidimos emprender un análisis de composición química por Fluorescencia de Rayos X por dispersión de longitud de onda pues podíamos obtener datos más precisos, sobre todo en referencia a los elementos traza.

Para efectuar esta primera aproximación a la Fluorescencia de Rayos X se han analizado una totalidad de 22 muestras, 12 procedentes de afloramientos primarios de sílex y 10 piezas arqueológicas de los niveles magdalenenses de Cova Alonsé, Montlleó y la Cova del Parco.

Tanto el procesado de las muestras como su análisis y su cuantificación se han llevado a cabo en el Laboratorio de Arqueometría del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH). Para el análisis de las muestras se han confeccionado perlas mezclando homogéneamente 0,5 g de muestra en polvo con 5,0 g de fundente (Metaborato de Litio y Tetraborato de Litio en proporción de 34% - 66%) y fundidas posteriormente en un crisol de Pt-Au en una perladora Perl'X3 de PANalytical. Para la obtención de la pérdida por calcinación se ha calentado la muestra hasta 1050 °C.

El equipo utilizado es un espectrómetro de fluorescencia de rayos X por dispersión de longitudes de onda secuencial (WD-XRF) modelo Axios de PANalytical con tubo de Rh con 4 Kw de potencia. Este espectrómetro está dotado de dos detectores (de flujo y centelleo), cinco cristales analizadores y un sistema robotizado para el cambio de muestras.

Se ha realizado un análisis cuantitativo de elementos mayoritarios, expresado en %: óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), óxido de manganeso ( $\text{MnO}$ ), óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ), óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y óxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ). También se ha hecho un análisis cuantitativo de los elementos traza, expresados en partes por millón (ppm): arsénico (As), bario (Ba), cerio (Ce), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), galio (Ga), hafnio (Hf), niobio (Nb), níquel (Ni), plomo (Pb), rubidio (Rb), estroncio (Sr), torio (Th), uranio (U), itrio (Y), zinc (Zn) y zirconio (Zr). Los datos obtenidos se presentan en las tablas 9 y 10. También se incluye en las tablas presentadas la medida de pérdida por calcinación (*Loss on Ignition* - LOI).

En las tablas 9 y 10 se presentan los resultados recibidos directamente del Laboratorio de Arqueometría del CENIEH. No obstante, con ayuda del Dr. Burke, decidimos calibrar los porcentajes eliminando la pérdida por calcinación (LOI) para poder obtener resultados más homogéneos que permitieran una comparación más directa entre muestras. Además, teniendo en cuenta la precisión y límites de detección para cada elemento traza del equipo de análisis por Fluorescencia de Rayos X, más una posible contaminación de las muestras, decidimos únicamente tener en cuenta los elementos mayoritarios representativos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) y los elementos traza que consideramos válidos para comparación (Ba, Ce, Sr y U), minimizando la zona de ruido y produciendo una caracterización geoquímica más firme. A partir de estos resultados, que se presentan en las tablas 11 y 12, se han elaborado unos gráficos que permiten observar la posible relación entre muestras (figs. 418 a 421).

La decisión de no tomar en consideración los porcentajes de algunos elementos mayoritarios es fundamentalmente debido a la escasa representación de algunos elementos ( $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{SO}_3$ ) o a la alta movilidad y solubilidad así como a la afectación de posibles alteraciones postdeposicionales de otros ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).



## ELEMENTOS MAYORITARIOS (%)

MUESTRA	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	LOI
Montlleó-T1	99,11	0,09	0,04	<LD	0,02	0,32	0,03	0,01	<LD	0,01	<LD	0,37
Montlleó-T2	99,16	0,10	0,03	<LD	0,01	0,07	0,04	0,01	<LD	0,01	<LD	0,58
Montlleó-T3	96,34	0,61	0,18	<LD	0,03	1,07	0,10	0,06	0,02	0,01	<LD	1,59
Montlleó-T4	90,61	0,53	0,12	<LD	0,04	4,31	0,09	0,07	<LD	0,03	<LD	4,2
Parco-T1	98,57	0,19	0,02	<LD	0,02	0,09	0,07	0,03	<LD	0,01	<LD	1,01
Parco-T2	98,70	0,35	0,02	<LD	0,01	0,07	0,03	0,01	<LD	0,01	<LD	0,81
Parco-T3	95,54	0,42	0,13	<LD	0,05	1,29	0,07	0,08	<LD	0,01	<LD	2,40
Alonsé-T1	86,63	0,30	0,16	<LD	0,11	6,24	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	6,40
Alonsé-T2	98,76	0,10	0,02	<LD	0,01	0,07	0,03	0,01	<LD	0,01	<LD	1,01
Agua-Salenz	87,34	0,27	0,20	<LD	0,38	5,91	0,07	0,05	0,01	0,01	0,01	5,75
Alberola	90,23	1,11	0,44	<LD	0,22	3,32	0,14	0,17	0,05	0,02	0,12	4,19
Alins	98,53	0,08	0,02	0,01	0,01	0,08	0,04	0,01	<LD	0,01	<LD	1,24
Candasnos	93,78	0,67	0,07	<LD	0,07	2,28	0,13	0,07	0,02	0,01	0,02	2,88
Corbières	84,08	0,69	0,06	<LD	2,81	4,65	0,06	0,03	<LD	0,02	0,01	7,60
Montgaillard	98,10	0,18	0,12	<LD	0,01	0,06	0,06	0,03	<LD	0,01	<LD	1,43
Montsaunès	97,87	0,19	0,16	<LD	0,01	0,21	0,06	0,04	0,01	0,01	<LD	1,45
Paleoceno	99,22	0,09	0,02	<LD	<LD	0,06	0,04	0,01	<LD	0,01	<LD	0,55
Peraltila	87,53	1,17	0,17	<LD	0,16	5,23	0,12	0,08	0,02	0,01	0,01	5,48
Puy de Cinca	96,97	0,08	0,15	<LD	0,06	0,70	0,03	0,01	<LD	0,01	0,01	1,99
VSSM	98,69	0,10	0,03	<LD	0,01	0,16	0,02	<LD	<LD	0,01	<LD	0,99
Zurita	98,02	0,11	0,04	<LD	0,01	0,36	0,04	0,01	<LD	0,01	0,00	1,41

**Tabla 9** – Análisis cuantitativo de los elementos mayoritarios (en %) presentes en las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

<LD : por debajo del límite de detección.

## ELEMENTOS TRAZA (PPM)

MUESTRA	As	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	Hf	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Th	U	Y	Zn	Zr
Montlleó-T1	<LD	<LD	<LD	28	<LD	7	<LD	21	<LD	<LD	<LD	<LD	9	<LD	6	42	<LD	1151
Montlleó-T2	<LD	<LD	17	<LD	<LD	154	<LD	62	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	71	113	<LD	3390
Montlleó-T3	<LD	<LD	<LD	<LD	32	10	<LD	26	<LD	<LD	<LD	5	26	<LD	8	52	<LD	1402
Montlleó-T4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	7	<LD	18	<LD	<LD	<LD	5	98	<LD	<LD	37	<LD	953
Parco-T1	<LD	<LD	32	39	<LD	<LD	<LD	44	<LD	<LD	<LD	<LD	4	<LD	20	84	<LD	2469
Parco-T2	<LD	<LD	<LD	447	<LD	<LD	<LD	<LD	5	18	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	6	<LD	<LD
Parco-T3	<LD	<LD	26	25	<LD	7	<LD	68	<LD	<LD	<LD	5	16	<LD	20	125	<LD	3374
Alonsé-T1	<LD	<LD	15	26	<LD	5	<LD	14	<LD	<LD	<LD	<LD	254	<LD	<LD	28	<LD	691
Alonsé-T2	<LD	<LD	<LD	155	28	<LD	6	<LD	4	<LD	<LD	5	6	<LD	41	<LD	<LD	<LD
Agua-Salenz	<LD	<LD	31	93	30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	202	<LD	<LD	6	<LD	<LD
Alberola	<LD	220	<LD	92	28	9	<LD	<LD	5	12	<LD	10	127	<LD	16	7	<LD	<LD
Alins	<LD	<LD	22	175	<LD	<LD	<LD	<LD	5	<LD	<LD	5	6	<LD	59	6	<LD	<LD
Candasnos	<LD	<LD	<LD	109	<LD	17	<LD	<LD	5	<LD	5	8	50	<LD	58	6	<LD	<LD
Corbières	<LD	<LD	<LD	29	<LD	7	<LD	9	<LD	<LD	<LD	<LD	110	<LD	<LD	23	<LD	503
Montgaillard	<LD	<LD	<LD	165	34	<LD	<LD	<LD	5	<LD	<LD	<LD	7	<LD	<LD	6	<LD	<LD
Montsaunès	<LD	<LD	<LD	151	28	<LD	<LD	<LD	4	<LD	<LD	<LD	7	<LD	<LD	6	<LD	<LD
Paleoceno	<LD	<LD	<LD	198	<LD	<LD	<LD	<LD	4	<LD	<LD	<LD	6	9	<LD	6	<LD	<LD
Peraltilla	<LD	<LD	<LD	60	<LD	18	<LD	<LD	4	<LD	<LD	<LD	287	9	<LD	6	<LD	<LD
Puy de Cinca	<LD	<LD	12	144	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	42	<LD	<LD	6	<LD	<LD
VSSM	<LD	<LD	<LD	168	<LD	<LD	<LD	<LD	4	<LD	<LD	<LD	4	<LD	<LD	6	<LD	<LD
Zurita	<LD	<LD	<LD	152	<LD	5	<LD	<LD	4	<LD	<LD	<LD	13	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

**Tabla 10** – Análisis cuantitativo de los elementos trazas (en ppm) presentes en las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

ELEMENTOS MAYORITARIOS (%)

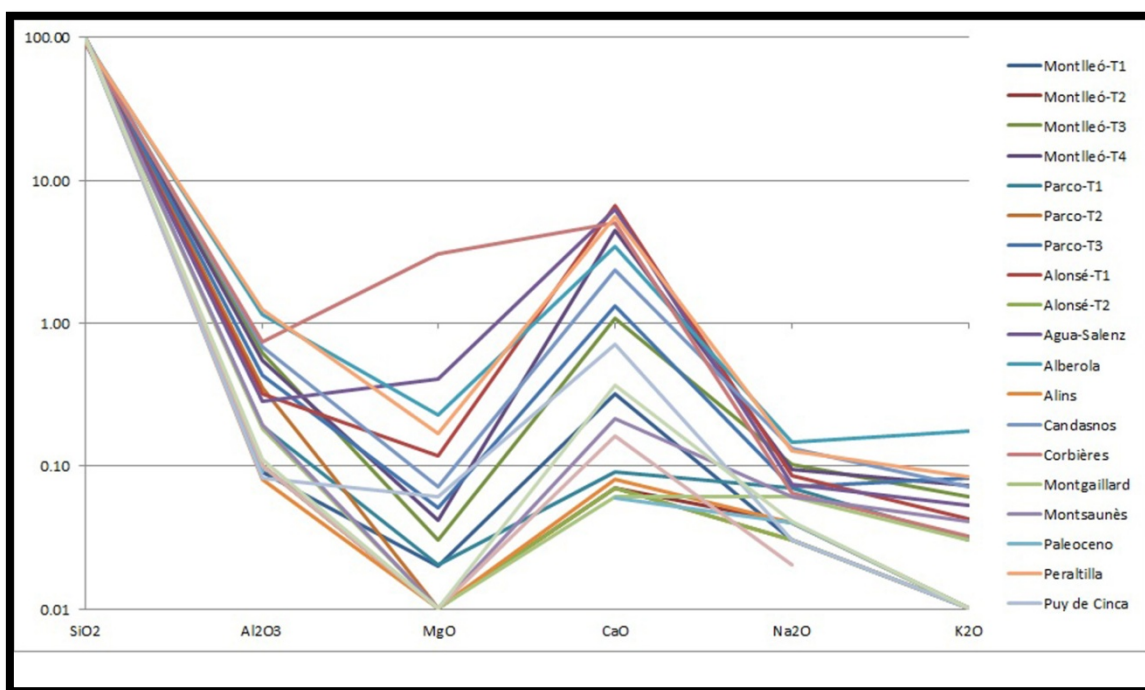
MUESTRA	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Montlleó-T1	99.48	0.09	0.02	0.32	0.03	0.01
Montlleó-T2	99.73	0.10	0.01	0.07	0.04	0.01
Montlleó-T3	97.89	0.62	0.03	1.09	0.10	0.06
Montlleó-T4	94.58	0.55	0.04	4.50	0.09	0.07
Parco-T1	99.57	0.19	0.02	0.09	0.07	0.03
Parco-T2	99.50	0.35	0.01	0.07	0.03	0.01
Parco-T3	97.90	0.43	0.05	1.32	0.07	0.08
Alonsé-T1	92.56	0.32	0.12	6.67	0.09	0.04
Alonsé-T2	99.75	0.10	0.01	0.07	0.03	0.01
Agua-Salenz	92.67	0.29	0.40	6.27	0.07	0.05
Alberola	94.17	1.16	0.23	3.46	0.15	0.18
Alins	99.74	0.08	0.01	0.08	0.04	0.01
Candasnos	96.56	0.69	0.07	2.35	0.13	0.07
Corbières	90.99	0.75	3.04	5.03	0.06	0.03
Montgailhard	99.52	0.18	0.01	0.06	0.06	0.03
Montsaunès	99.30	0.19	0.01	0.21	0.06	0.04
Paleoceno	99.77	0.09	0.00	0.06	0.04	0.01
Peraltilla	92.62	1.24	0.17	5.53	0.13	0.08
Puy de Cinca	98.93	0.08	0.06	0.71	0.03	0.01
VSSM	99.67	0.10	0.01	0.16	0.02	0.00
Zurita	99.41	0.11	0.01	0.37	0.04	0.01

ELEMENTOS TRAZA (ppm)

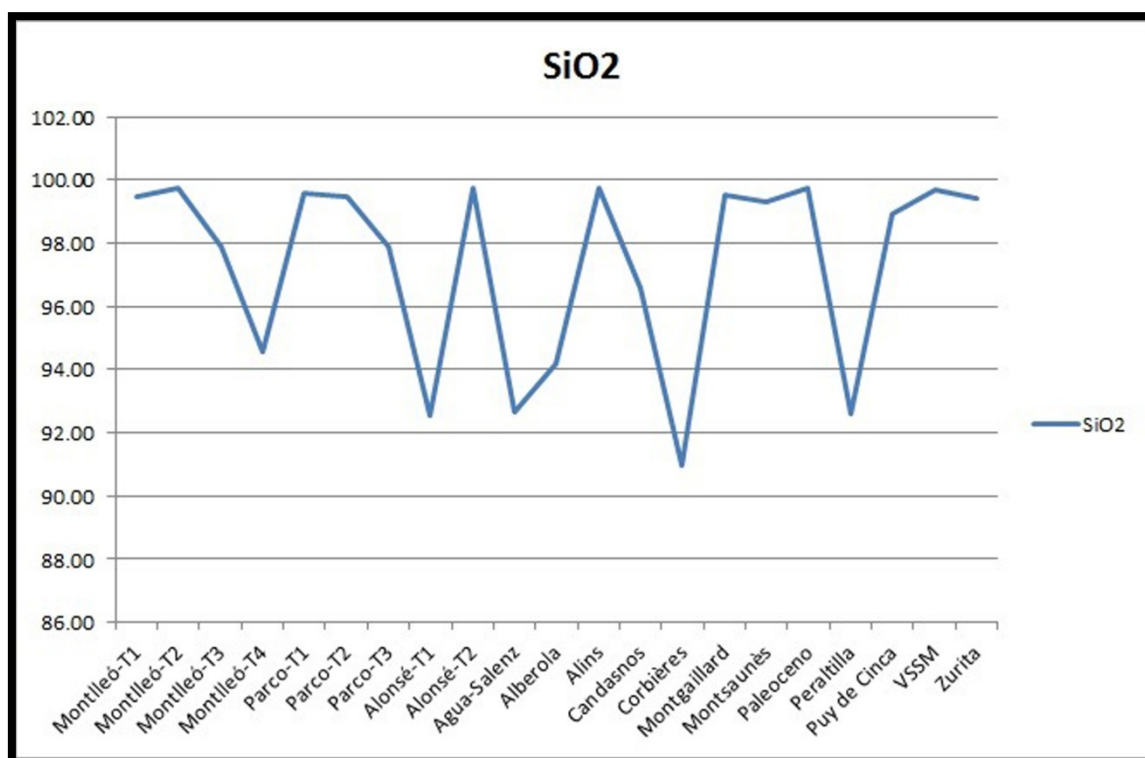
MUESTRA	Ba	Ce	Sr	U
Montlleó-T1	0	0	9	6
Montlleó-T2	0	17	0	71
Montlleó-T3	0	0	26	8
Montlleó-T4	0	0	98	0
Parco-T1	0	32	4	20
Parco-T2	0	0	0	0
Parco-T3	0	26	16	20
Alonsé-T1	0	15	254	0
Alonsé-T2	0	0	6	41
Agua-Salenz	0	31	202	0
Alberola	220	0	127	16
Alins	0	22	6	59
Candasnos	0	0	50	58
Corbières	0	0	110	0
Montgailhard	0	0	7	0
Montsaunès	0	0	7	0
Paleoceno	0	0	6	0
Peraltilla	0	0	287	0
Puy de Cinca	0	12	42	0
VSSM	0	0	4	0
Zurita	0	0	13	0

Tablas 11 y 12 – Análisis cuantitativo interpretado de los principales elementos mayoritarios (en %) y de los elementos traza más precisos (en ppm) de las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X. La coloración indica los grandes grupos: color salmón para los sílex lacustres, azul para los sílex evaporíticos, rosado para los sílex marinos *pigats* y verdoso para los sílex marinos de tipo Agua-Salenz.

En la figura 418 se presentan en forma de gráfico los datos expuestos en la tabla 11. Se puede observar el elevado porcentaje que presenta el  $\text{SiO}_2$  en todas las muestras, y la variabilidad entre muestras principalmente en el  $\text{MgO}$  y el  $\text{CaO}$ . Al separar el óxido de silicio en un único gráfico (fig. 418) identificamos la existencia de tres grupos de muestras en función de las cantidades. Así, cuatro muestras (Corbières, Alonsé T1, Peraltilla y Agua-Salenz) ostentan los porcentajes más bajos, que varían entre el 90 y el 93%. Un segundo grupo sería el representado por óxido de silicio en porcentajes del 94% (Alberola y Montlleó). Las restantes quince muestras (Montlleó T1, Montlleó T2, Montlleó T3, Parco T1, Parco T2, Parco T3, Alonsé T2, Alins, Candasnos, Montgaillard, Montsaunès, Paleoceno, Puy de Cinca, VSSM y Zurita) poseen porcentajes de óxido de silicio superiores al 96%.



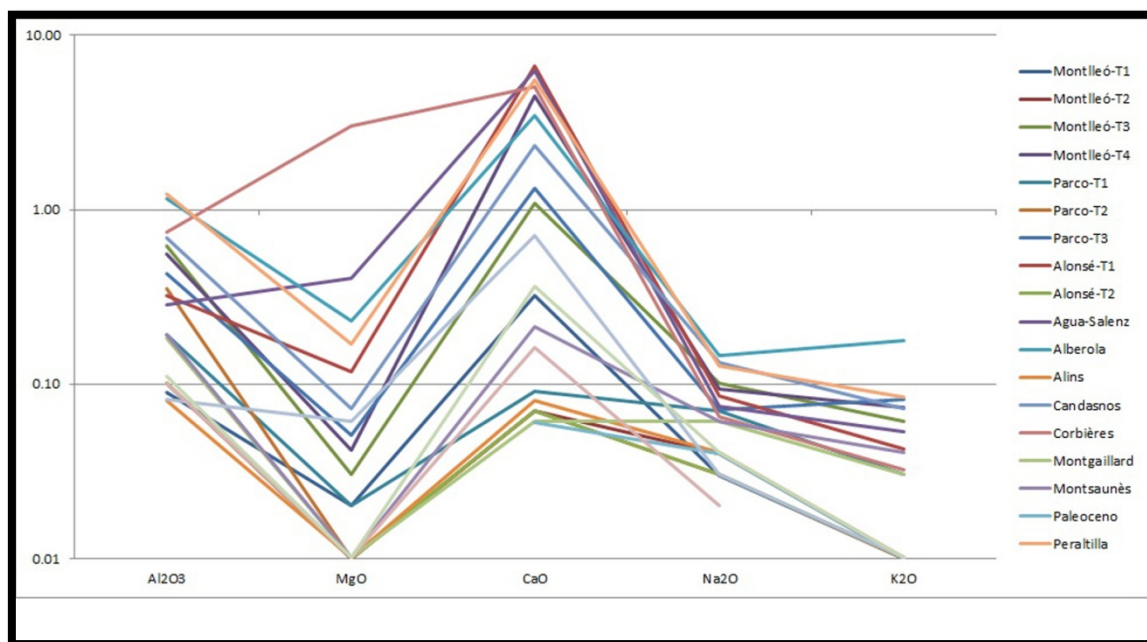
**Fig. 418** – Gráfico con los principales elementos mayoritarios en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.



**Fig. 419** – Gráfico con los porcentajes de sílice en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

Si aislamos el óxido de silicio (fig. 419) de los restantes elementos mayoritarios identificamos con mayor facilidad la variabilidad existente en función de las muestras, fundamentalmente expresada en el MnO y el CaO. No obstante, en los restantes tres elementos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) también es posible observar diferencias entre muestras y aislar algunos sílex con características peculiares (fig. 420). Una muestra se distingue de las demás fácilmente. Se trata del sílex de Corbières, que posee un alto porcentaje de MgO (3.04) y de CaO (5.03), en posible relación con la presencia de dolomita, ya identificada en la Difracción de Rayos X. Si tenemos en cuenta la presencia de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en las muestras, identificamos hasta tres grupos en función de los porcentajes. Un primer grupo contiene porcentajes de entre 1.24% y 0.55% (Peraltilla, Alberola, Corbières, Candanos, Montlleó T3 y Montlleó T4) y un segundo grupo de entre 0.43% y 0.35% (Parco T3, Parco T2 y Alonsé T1). Por último, destaca un amplio grupo con porcentajes de óxido de aluminio muy reducidos, de entre el 0.19% y el 0.08% (Montsaunès, Montgaillard, Zurita, VSSM, Alonsé T2, Montlleó T2, Paleoceno, Montlleó T1, Puy de Cinca y Alins).

En relación a la presencia del MgO se observa, como ya se ha indicado, el caso extraordinario de la muestra de Corbières (3.04%). En general, este elemento aparece en muy bajos porcentajes (0.01% a 0.06%), salvo en algunas muestras, con porcentajes algo superiores que alcanzan entre el 0.12% y el 0.40% (Alonsé T1, Peraltilla, Alberola y Agua-Salenz). Para la muestra de Agua-Salenz podría relacionarse, como en el caso de Corbières, con la presencia de dolomita, ya identificada en la Difracción de Rayos X.



**Fig. 420** – Gráfico con los elementos mayoritarios (sin la sílice) en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

Si separamos las muestras en función del CaO se determina una alta variabilidad, pudiendo establecer tres grupos en función de los porcentajes. Una serie de muestras poseen CaO en proporciones muy bajas, de entre 0.06% y 0.37% (Montgaillard, Paleoceno, Parco T2, Alonsé T2, Montlleó T2, Alins, Parco T1, VSSM, Montsaunès, Montlleó T1 y Zurita). Un grupo intermedio posee porcentajes del 1% (Montlleó T3 y Parco T3). En cambio, destaca un tercer grupo con porcentajes superiores al 2% y que llegan a alcanzar el 6% (Candasnos, Alberola, Montlleó T4, Corbières, Peraltilla y Agua-Salenz).

El Na<sub>2</sub>O aparece en porcentajes variables entre el 0.02% y el 0.15%, pudiendo entrever dos grupos, uno con porcentajes muy bajos de entre 0.02% y 0.07% (Montlleó T1, Montlleó T2, Parco T1, Parco T2, Parco T3, Alonsé T2, Agua-Salenz, Alins, Corbières, Montgaillard, Montsaunès, Paleoceno, Puy de Cinca, VSSM y Zurita) y un segundo

grupo con porcentajes algo superiores, de 0.09% a 0.15% (Montlleó T3, Montlleó T4, Alonsé T1, Alberola, Candanos y Peraltila).

Por último, el análisis del  $K_2O$  pone de manifiesto la existencia de un grupo central, que recoge la mayoría de las muestras, con porcentajes de entre 0.03% y 0.08% (Montlleó T3, Montlleó T4, Parco T1, Parco T3, Alonsé T1, Agua-Salenz, Candanos, Corbières, Montgaillard, Montsaunès y Peraltila). Además se identifica un segundo grupo, con 0.01% o 0.00% (Montlleó T1, Montlleó T2, Parco T2, Alonsé T2, Alins, Paleoceno, Puy de Cinca, VSSM y Zurita). El sílex de Alberola sobresale en el conjunto, con porcentajes superiores al resto (0.18%).

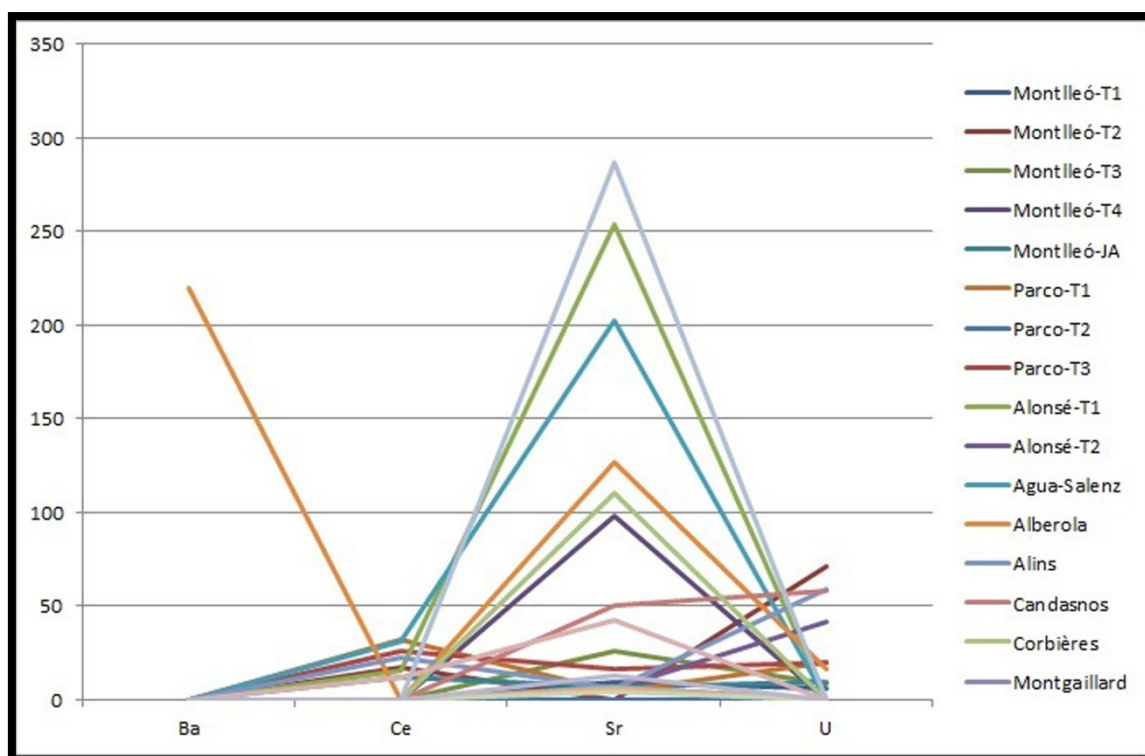
Para el análisis de los elementos traza, únicamente hemos tomado en consideración cuatro elementos: Ba, Ce, Sr y U (fig. 421). Esto se debe a que en algunos casos, como se puede observar en la tabla 10, los datos presentados están por debajo o en la línea de los límites de detección, por lo que hemos preferido no utilizarlos. En los casos específicos del Co, Y y Zr hemos observado la existencia de una contaminación de las muestras debida al tipo de molino empleado para la pulverización de las mismas, variable en función de la cantidad de muestra disponible. Así, en el molino de discos (muestras geológicas) se utilizó una cazoleta de carburo de tungsteno que, de acuerdo al fabricante, tiene una composición de 92% de wolframio (WC) y 8% de Co. Por otro lado, los recipientes de molienda del micromolino (utilizados para las muestras arqueológicas) son de óxido de zirconio, con una composición de 94.5% de dióxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) y 5.2% de óxido de itrio ( $Y_2O_3$ ). De esta forma, las muestras molidas con cada material diferente presentan un enriquecimiento en los elementos que componen la cazoleta. Además, es conocido que la contaminación en las muestras aumenta cuando la muestra es monomineral y de elevada dureza y que la contaminación es mayor cuanto menor cantidad de muestra se introduce en la cubeta.

De los elementos considerados, el Ba únicamente aparece representado en la muestra de Corbières, con un porcentaje muy elevado. La alta representación de este elemento traza, junto a las diferencias observadas en el conjunto de los elementos mayoritarios, permite caracterizar el sílex de Corbières como una muestra con caracteres muy distintos a las restantes analizadas.

El Ce sólo aparece como elemento traza en algunas de las muestras (Alonsé T1, Montlleó T2, Parco T1, Parco T3, Alins, Agua-Salenz y Puy de Cinca). El Sr es el

elemento traza que posee una mayor variabilidad, con dos grupos diferenciados. Por un lado, una serie de muestras se caracterizan por poseer una alta cantidad de este elemento (Puy de Cinca, Candanos, Montlleó T4, Corbières, Alberola, Peraltila, Alonsé T1 y Agua-Salenz) y en otras aparece en porcentajes muy reducidos o nulos (Parco T3, Zurita, Montlleó T1, Montgaillard, Montsaunès, Alonsé T2, Alins, Paleoceno, VSSM, Parco T1, Parco T2 y Montlleó T2).

Por último, el U aparece de manera desigual en las muestras, pudiendo establecer una clasificación en tres grupos. Un primer conjunto estaría formado por aquellas muestras con mayor cantidad de uranio (Montlleó T2, Alins, Candanos y Alonsé T2). Un segundo grupo lo integrarían las muestras con bajas cantidades de este elemento (Parco T1, Parco T3, Alberola, Montlleó T1). El tercer grupo estaría constituido por aquellas muestras que no poseen uranio (Montlleó T4, Parco T2, Alonsé T1, Agua-Salenz, Corbières, Montgaillard, Montsaunès, Paleoceno, Peraltila, Puy de Cinca, VSSM y Zurita).

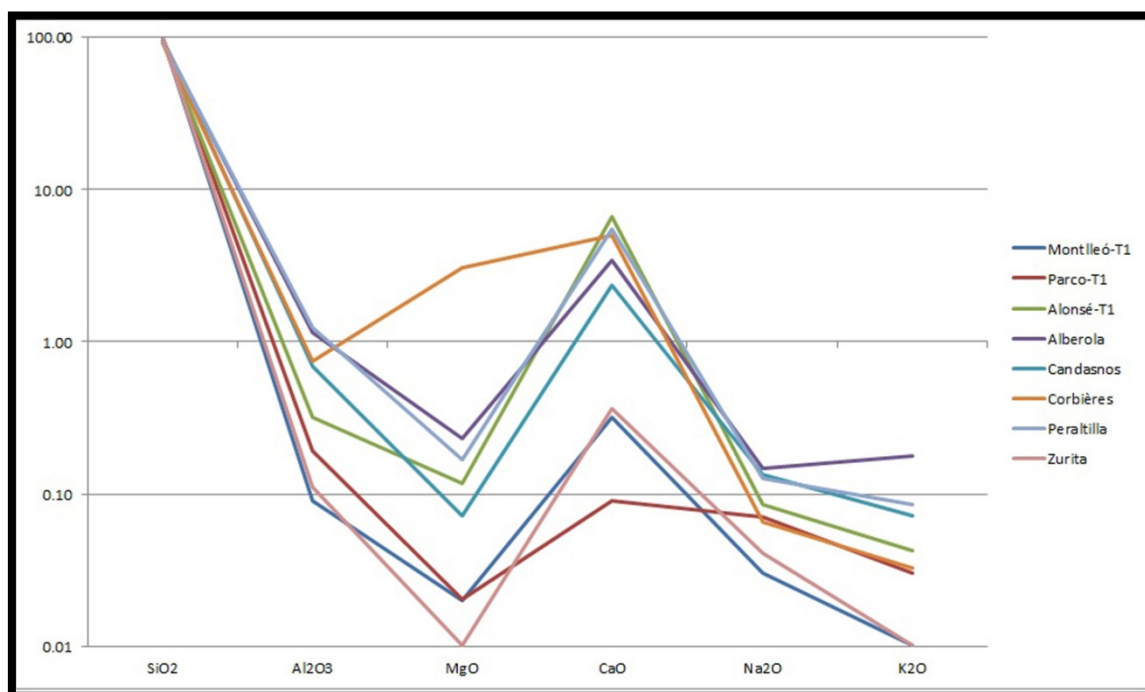


**Fig. 421** – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X.



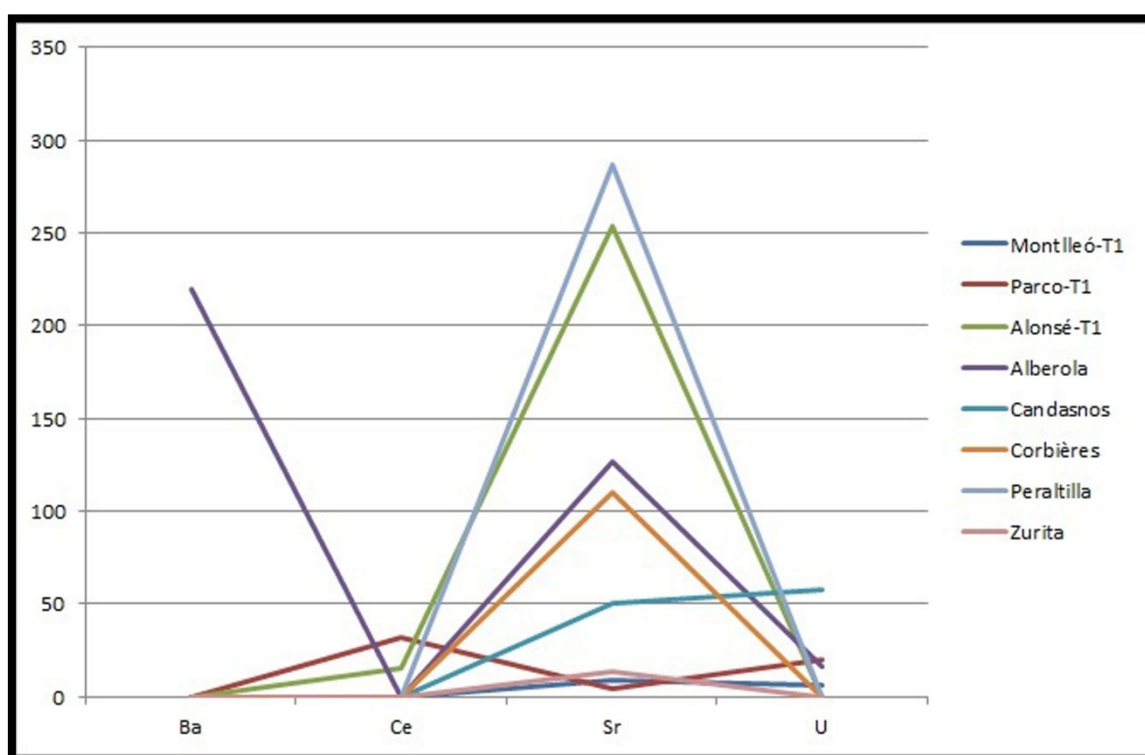
### 11.3.3.1 La cuestión de los sílex lacustres

Para el problema planteado sobre los sílex lacustres, la Fluorescencia de Rayos X aporta algunos datos que, recordemos, deben tomarse con cautela, pues la muestra analizada puede no ser representativa del conjunto. Si observamos el gráfico de elementos mayores (fig. 422) identificaremos una muestra que diverge del resto, especialmente en el porcentaje de MgO. Se trata del sílex de Corbières que, como ya se ha expuesto, es distinto a las otras muestras caracterizadas. La relación más directa observada para sílex arqueológicos y geológicos se detecta en la muestra de Alonsé T1 y Peraltilla. Ambas poseen porcentajes de óxido de silicio, manganeso, calcio, sodio y potasio similares. La diferencia más notoria se plantea con los porcentajes de óxido de aluminio, mayores para los sílex de Peraltilla. La proximidad química manifiesta en este análisis entre los sílex lacustres del litotipo 1 de Alonsé y la muestra del afloramiento de Peraltilla ya se puso de manifiesto en la caracterización macroscópica y microscópica. No obstante, un mayor número de analíticas es necesario para poder establecer con más datos esta posible correlación. Para las restantes muestras de sílex lacustre no se observa un parámetro claro de relación.



**Fig. 422** – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex lacustres analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

La alta variabilidad de los sílex lacustres también se observa en los elementos traza (fig. 423), divergiendo la muestra de Corbières del resto en relación a la presencia de bario. La cantidad de estroncio es muy variable en función de las muestras y, por lo general, el cerio y el uranio son algo más similares. La proximidad química entre las muestras Alonsé T1 y Peraltila, planteada en el análisis de los elementos mayores, también se observa en los traza, con similares índices de cerio, estroncio y uranio, sobresaliendo ambas muestras del resto en referencia a la cantidad de estroncio.



**Fig. 423** – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex lacustres analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

### 11.3.3.2 La cuestión de los sílex evaporíticos

Las muestras analizadas adscritas a un medio de sedimentación lacustre evaporítico presentan una alta homogeneidad a nivel químico (fig. 424). En todas ellas los niveles de óxido de silicio son muy elevados (99%) y los restantes elementos mayoritarios aparecen en porcentajes análogos. Únicamente se detecta una pequeña variabilidad en la muestra Parco T2, que contiene un porcentaje superior de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Asimismo, la muestra de VSSM se diferencia del resto del conjunto por una presencia mayor de  $\text{CaO}$ .

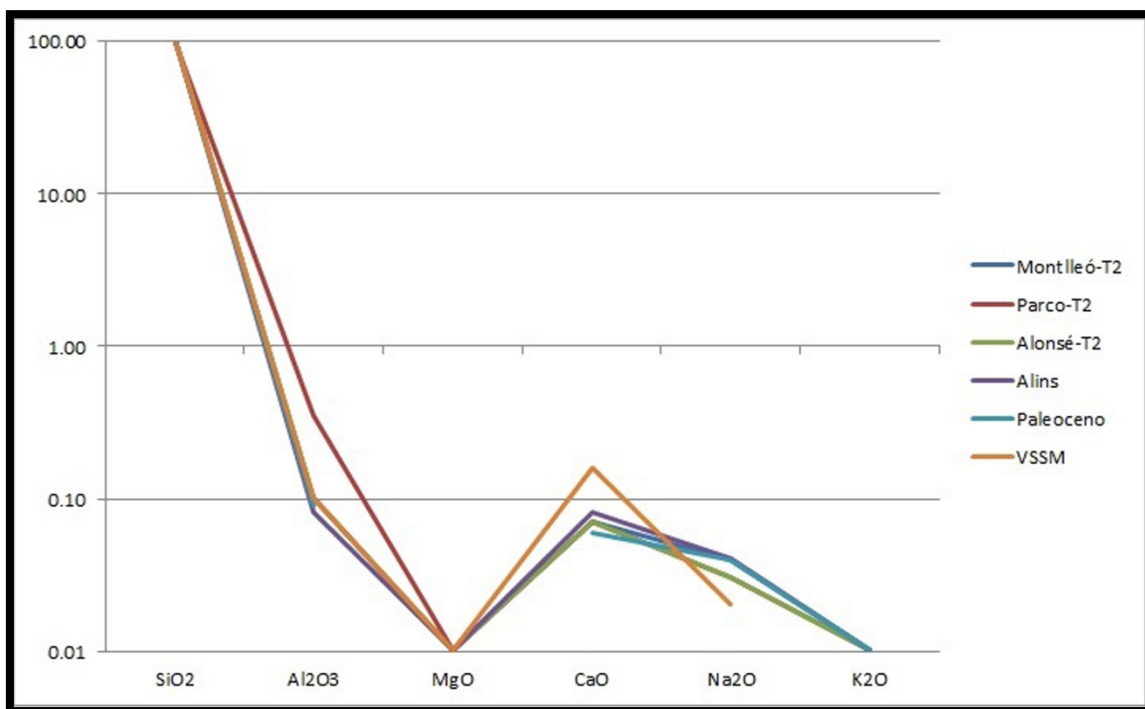


Fig. 424 – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex evaporíticos analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

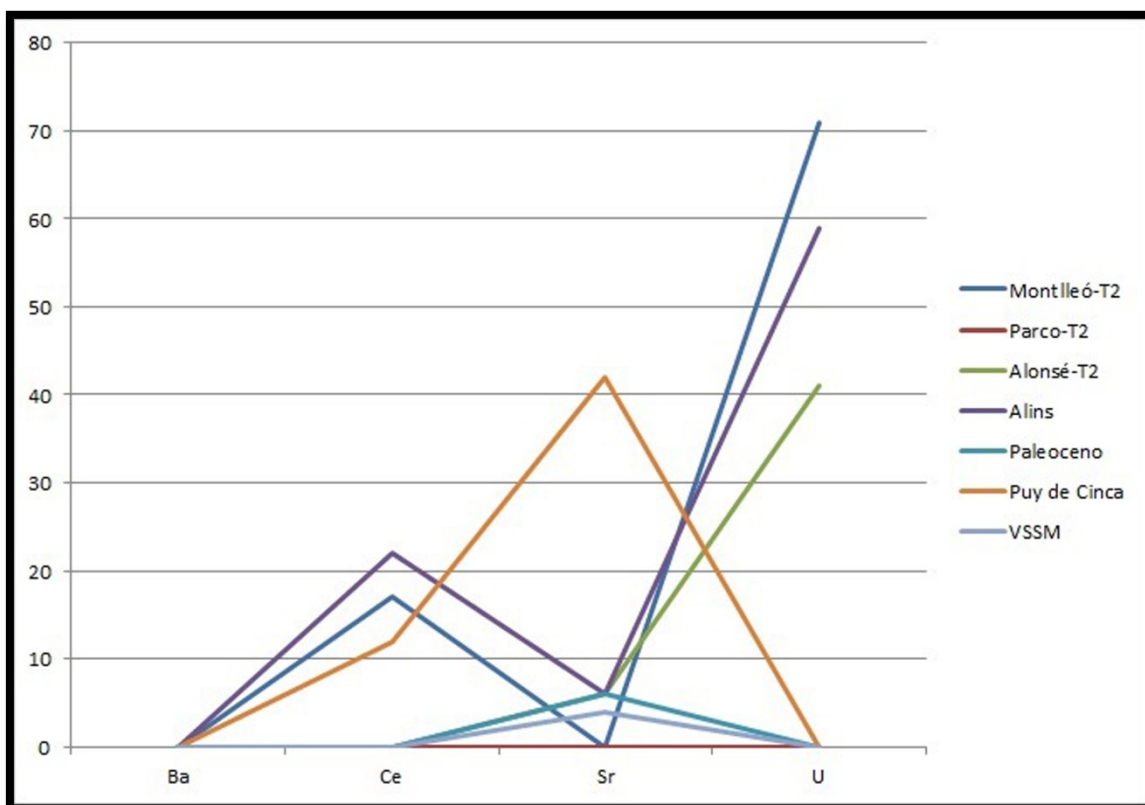
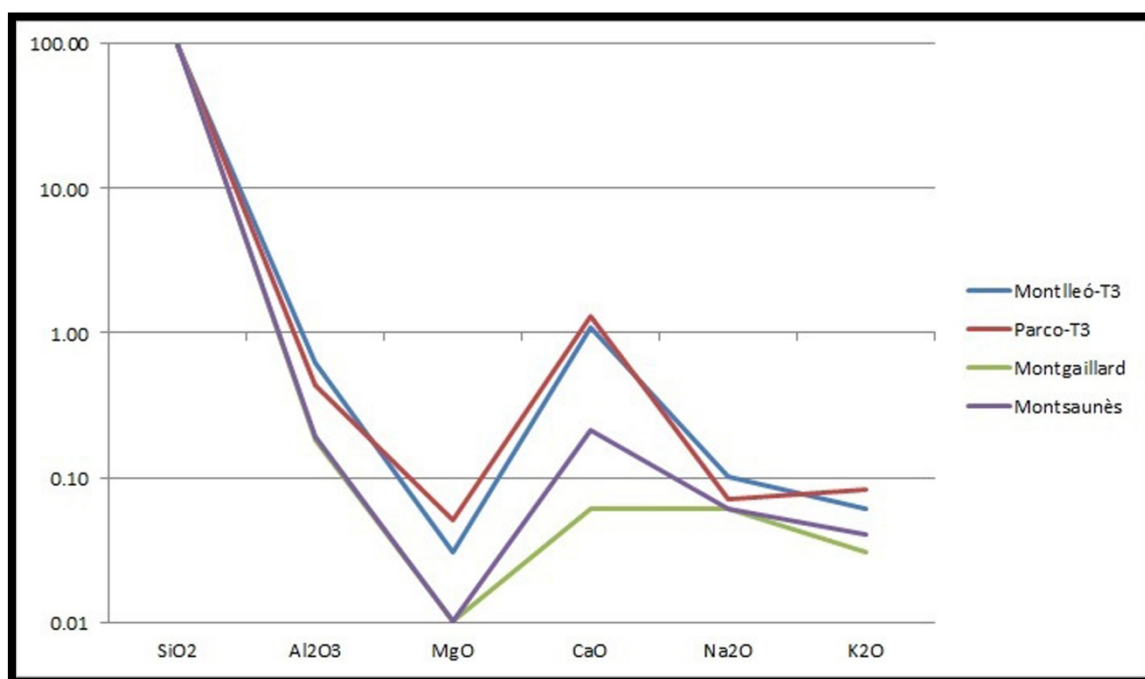


Fig. 425 – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex evaporíticos analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

Al observar los elementos traza (fig. 425) detectamos cómo la muestra de Puy de Cinca posee unos valores muy altos en estroncio que la hacen fácilmente separable del resto de muestras adscritas a un medio de sedimentación continental lacustre evaporítico.

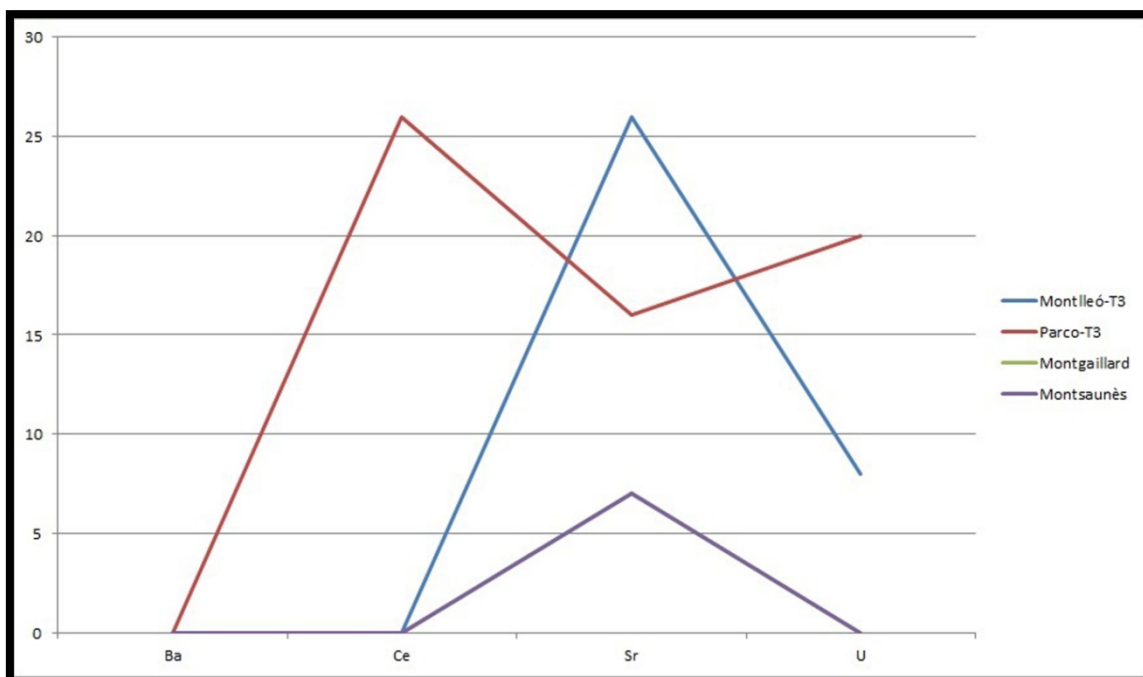
### 11.3.3.3 La cuestión de los sílex marinos “pigats”

Al problema planteado de los sílex marinos *pigats*, la Fluorescencia de Rayos X no aporta datos resolutivos. Los porcentajes en óxido de silicio, aluminio y sodio son similares para las cuatro muestras analizadas. Sin embargo, se revela una alta variabilidad en el óxido de manganeso y el óxido de calcio, y una variabilidad menos acentuada también para el óxido de potasio. La observación del gráfico (fig. 426) parece relacionar las muestras arqueológicas entre sí y las muestras geológicas entre sí, según se manifiesta sobre todo en los óxidos de manganeso y sodio.



**Fig. 426** – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos *pigats* analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

En los elementos traza analizados, la variabilidad entre muestras es mucho más acentuada, detectando valores muy distintos para los cuatro ejemplares en los distintos elementos seleccionados (fig. 427).

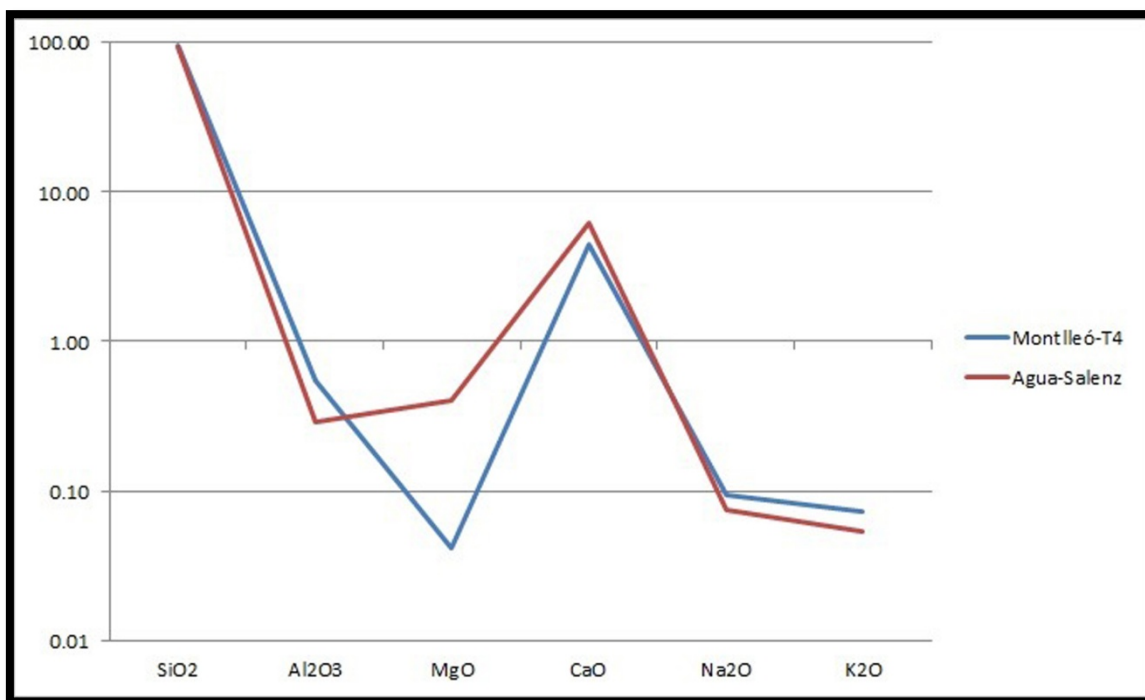


**Fig. 427** – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos *pigats* analizadas por Fluorescencia de Rayos X. En el gráfico la línea de la muestra de Montgaillard queda bajo la línea de la muestra de Montsaunès, con las mismas cantidades en los cuatro elementos traza.

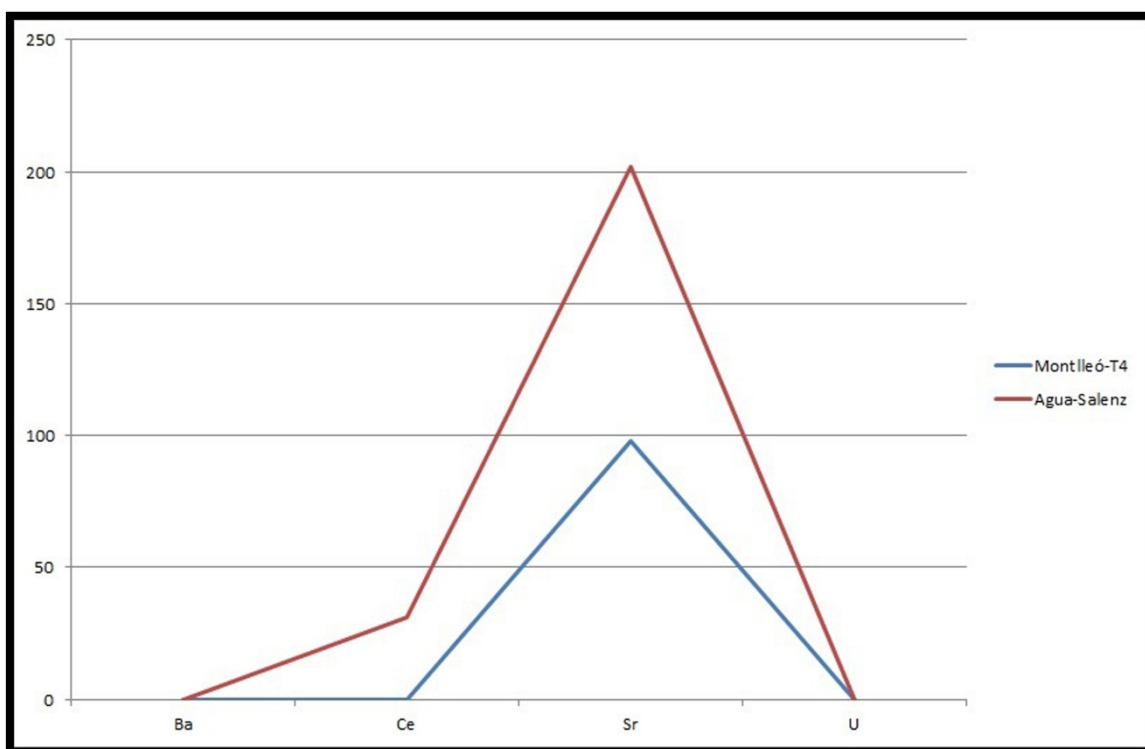
#### 11.3.3.4 La cuestión de los sílex marinos de tipo “Agua-Salenz”

Únicamente han podido ser analizadas dos muestras para el problema de los sílex marinos de tipo Agua-Salenz. El análisis por Fluorescencia de Rayos X muestra una similitud en los porcentajes de elementos mayores, salvo para el óxido de manganeso, donde se observan valores distintos para cada muestra (fig. 428). En los elementos traza (fig. 429), se detecta la ausencia de bario y uranio en ambas muestras, siendo los porcentajes en cerio y uranio superiores en Montlleó T4.

De estos datos podemos extraer que entre ambos especímenes existe una relativa similitud química, aunque con variaciones en lo que a porcentajes se refiere. Debido a la escasez de muestras analizadas, no podemos ahondar más en la cuestión de los sílex marinos de tipo Agua-Salenz.



**Fig. 428** – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos de tipo Agua-Salenz analizadas por Fluorescencia de Rayos X.



**Fig. 429** – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos de tipo Agua-Salenz analizadas por Fluorescencia de Rayos X.

La aplicación de análisis cuantitativos por Fluorescencia de Rayos X a una selección de piezas arqueológicas y muestras geológicas ha permitido conocer la composición química de estos sílex. Sin embargo, como ya hemos apuntado para la Difracción de Rayos X, se trata de una primera aproximación a estas técnicas de análisis que debe ser mejorada mediante el estudio exhaustivo de un mayor número de muestras geológicas y piezas arqueológicas. Los datos presentados, pese a ser preliminares, permiten conocer la composición mineralógica y química de algunos de los litotipos identificados durante el análisis arqueopetroológico y las formaciones susceptibles de haber sido explotadas.

Así, consideramos que estas técnicas de análisis geoquímico tienen un amplio potencial. Su aplicación en las cuatro cuestiones arqueológicas planteadas en este capítulo, pese a ser preliminar y en algunos casos poco resolutiva dada la escasez de muestras analizadas, ha permitido aportar nuevos datos que conectan sílex arqueológicos y determinadas formaciones geológicas. Estos datos, en última instancia, nos permiten ahondar con mayor precisión en las estrategias de adquisición y gestión de recursos líticos empleadas por los grupos humanos magdalenienses que se asentaron en el Pirineo centro-oriental.

## **12. EL SÍLEX COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DE LA MOVILIDAD HUMANA EN LA PREHISTORIA. CONCLUSIONES GENERALES**

### **12.1 El sílex como instrumento de análisis**

En la presente tesis doctoral hemos utilizado la que fue la materia más empleada en los yacimientos magdalenenses estudiados, el sílex, para tratar de ahondar más en el conocimiento de estos grupos humanos del pasado. La caracterización del sílex desde una perspectiva arqueopetroológica, que lo contempla como elemento portador de información de carácter natural y cultural, ha sido esencial, pues nos ha permitido obtener nuevos datos sobre las poblaciones humanas que al fin del Paleolítico superior se asentaron en el Pirineo centro-oriental. Por todo ello, cuando iniciamos esta tesis doctoral planteamos tres objetivos directamente relacionados con el estudio del sílex. Éstos eran:

- **Caracterizar las materias primas silíceas de los distintos asentamientos objeto de estudio con el fin de describir sus características texturales, petrográficas, micropaleontológicas y, en caso posible, de composición mineral (por XRD) y concentración de elementos químicos (XRF).**
- **Localizar las formaciones que contienen sílex en el Pirineo centro-oriental, detectar afloramientos y recoger muestras para su caracterización textural, petrográfica, micropaleontológica y, en caso posible, de composición mineral (por XRD) y concentración de elementos químicos (por XRF).**
- **Conocer, a través del estudio de las materias primas líticas, qué formaciones son susceptibles de haber sido empleadas por los grupos humanos que ocuparon los distintos asentamientos analizados.**

Para ello, hemos dedicado la práctica totalidad de esta tesis al estudio del sílex desde una perspectiva arqueopetroológica. En el capítulo segundo se han expuesto los aspectos terminológicos y propiamente geológicos (formación, mineralogía y propiedades intrínsecas) de esta litología. A continuación se ha dedicado un capítulo a la disciplina arqueopetroológica como metodología de estudio, en la que se han presentado las fases que todo estudio del sílex debe contemplar. Seguidamente, los capítulos cuarto y quinto



recogen los resultados de intensas prospecciones de terreno y de consulta a litotecas que han permitido identificar todas aquellas formaciones que poseen sílex en ambas vertientes del área pirenaica y prepirenaica centro-oriental.

Como resultado de intensos trabajos en el campo y en el laboratorio, en la vertiente surpirenaica centro-oriental y el contacto con la Cuenca del Ebro se han identificado diez formaciones geológicas que presentaban accidentes silíceos en posición primaria o subprimaria. Cuatro de ellas (la Formación Agua-Salenz y su equivalente Formación Pardina, la Formación Sagnari, la Formación Coronas y la Formación Bona) afloran fundamentalmente en la Cordillera Pirenaica, quedando la Formación Agua-Salenz en el área más occidental y las otras tres en la franja más oriental. Los afloramientos de sílex documentados pertenecientes a la Formación Puy de Cinca, Formación Tresp (1 y 2) y los sílex oligocenos de Tartareu-Alberola se localizan en el sector prepirenico centro-oriental. Por último, los sílex de la Formación Castelltallat afloran en el contacto de la Cordillera Prepirenaica con la Depresión Central.

Tras la caracterización de las muestras recuperadas en las tareas de prospección hemos observado que dos formaciones (Formación Puy de Cinca y Formación Tresp) contienen sílex originados en ambientes continentales lacustres evaporíticos, caracterizados principalmente por la presencia de pseudomorfo lenticulares de yeso y fibras de calcedonia de elongación positiva. Un total de tres formaciones (Formación Castelltallat, sílex de Tartareu-Alberola y sílex de la Formación Tresp) presentan sílex con las características propias de un ambiente de formación continental lacustre (secciones de tallos de algas carofitas) y son muy homogéneas entre sí, produciéndose una convergencia de facies silíceas. Las restantes cinco formaciones contienen sílex marinos, muy variables entre sí, debido principalmente al contenido micropaleontológico presente.

En el capítulo quinto se han descrito las principales silicificaciones que afloran en las tres regiones norpirenaicas: los Pirineos occidentales, centrales y orientales y posteriormente se ha hecho una mención a la presencia de los considerados trazadores litológicos en yacimientos magdalenienses norpirenaicos. Como resultado, se ha podido observar la existencia de una difusión de dichos trazadores desde el Oeste hacia el Este, con los casos más remarcables de difusión en los sílex de Chalosse y del sílex del Flysch de Hibarette-Montgaillard. Por lo general, la difusión de los llamados trazadores

litológicos no es homogénea, y se ha puesto de manifiesto la existencia de una relación proporcional entre la distancia de las fuentes de aprovisionamiento y la localización de los yacimientos arqueológicos, siendo más abundantes estos tipos de sílex en los asentamientos ubicados en un radio de abastecimiento más cercano.

De manera paralela a este estudio geológico se han analizado las materias primas silíceas aparecidas en siete conjuntos magdalenenses ubicados en la Cordillera Pirenaica. Cuatro yacimientos se ubican en la vertiente surpirenaica: Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya), la Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro), el Abrigo de Forcas I (Graus, La Ribagorza) y la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). Al estudio de los materiales de estos cuatro yacimientos se han dedicado los capítulos cuarto a noveno, obteniendo datos muy interesantes sobre los litotipos explotados y las formaciones susceptibles de haber sido explotadas.

Otros tres conjuntos líticos han sido analizados. Se trata de los niveles magdalenenses de los yacimientos de Laa2 (Arudy, Pirénées Atlantiques), la *Caune* de Belvis (Belvis, Aude) y Crès (Béziers, Hérault), ubicados en la vertiente norpirenaica. La exposición de los resultados obtenidos se plasma en el capítulo décimo de la presente tesis doctoral. Como se ha observado, nuestra voluntad para estos tres conjuntos ha sido la de establecer una primera aproximación al conjunto para observar los distintos litotipos que componen los conjuntos.

Los sílex geológicos y arqueológicos han sido estudiados según tres escalas de observación (macroscópica, microscópica y geoquímica) para determinar las características texturales, petrográficas, micropaleontológicas, de composición mineral y de concentración de elementos químicos. No obstante, debido al carácter destructivo de la caracterización petrográfica por lámina delgada, no ha sido posible desarrollar este tipo de estudio en la totalidad de conjuntos analizados. Del mismo modo, la caracterización geoquímica por Difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X tampoco se ha podido desarrollar de manera sistemática y completa para todos los conjuntos, pues se trata de técnicas que conllevan un alto coste económico al no disponer de los equipos necesarios en nuestros laboratorios.

A pesar de los límites expuestos, la caracterización de los sílex geológicos y de las piezas arqueológicas de los conjuntos estudiados ha permitido poner en relación algunos sílex arqueológicos con determinadas formaciones geológicas, susceptibles de haber

sido explotadas. Si bien esta relación debe de ser confirmada en un futuro por la aplicación sistemática de técnicas de análisis geoquímicas, por el momento es posible inferir en las estrategias de adquisición y gestión de recursos líticos que tuvieron lugar a lo largo del Magdaleniense pirenaico centro-oriental en base a los conjuntos arqueológicos estudiados. Veamos en el siguiente punto los resultados.

## **12.2 Las estrategias de adquisición y gestión de recursos líticos a lo largo del Magdaleniense pirenaico centro-oriental**

Una de las principales voluntades al realizar el presente estudio arqueopetroológico era poder aportar nuevos datos sobre las estrategias de adquisición y gestión de materias primas líticas que habían tenido lugar durante el Magdaleniense del Pirineo centro-oriental. Por ese motivo planteamos el objetivo de:

- **Elaborar un estudio diacrónico de las estrategias de circulación de materiales líticos que se desarrollaron en el área pirenaica centro-oriental mediante la observación de variaciones en las estrategias de adquisición y gestión de los recursos silíceos.**

No quisiéramos exponer de nuevo todos los datos obtenidos tras los respectivos estudios arqueopetroológicos de los siete conjuntos arqueológicos estudiados. Sin embargo, es necesario exponer brevemente las principales características de los tipos de sílex identificados en cada yacimiento (tabla 13) para poder a continuación explicar la evolución diacrónica de las estrategias de abastecimiento de sílex.

En las ocupaciones del Magdaleniense inferior, se observa por lo general la existencia de amplios territorios de abastecimiento de materias primas líticas, a excepción del caso de Cova Alonsé. En Montlleó el sílex fue la principal litología explotada, pese a no hallar afloramientos de alta aptitud a la talla en un radio inferior a 100 km. Por ese motivo, quizás, fueron también utilizadas las materias locales (riolita, cuarzo y cristal de roca principalmente) para la confección del utillaje de base. El sílex fue aportado desde fuentes exógenas en forma de soportes preconfigurados y pequeños núcleos que se trabajaron *in situ*.

YACIMIENTO	ETAPA	LITOTIPO	RET	NO RET	TIPO EXPLOT.	DISTANCIA FUENTES	RADIO EXPLOT.	FUENTES POTENCIALES
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.1 – Lacustre	24%	28%	Recurrente	+ 100 km	Exógeno	Oligoceno Corbières / Fm Tremp / Tartareu-Alberola / Fm Castelltallat / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.2 – Evaporítico	14%	26%	Recurrente	+ 100 km	Exógeno	Sílex <i>Bleu</i> del Paleoceno
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.3 – Marino <i>pigat</i>	10%	9%	Recurrente	+ 200 km	Exógeno	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.4 – Marino A-S	7%	7%	Recurrente	+ 120 km	Exógeno	Fm Agua-Salenz
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.5 – Marino alveol.	1%	0,1%	Puntual	¿?	¿?	¿?
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	L.6 – Tipo Coronas	1%	-	Puntual	10 km	Local	Fm Coronas
<b>Montlleó</b>	Magd. inferior	Jaspes	1%	1%	Puntual	70 km	Regional	Jaspes del Canigó
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inferior	L. 1 – Lacustre	89,7%		Recurrente	5 – 30 km	Local y regional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inferior	L. 2 – Evaporítico	7,7%		Recurrente	10 km	Local	Fm Tremp
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inferior	L. 3 – Transicional	0,1%		Puntual	10 km	Local	sílex Maastrichtiense-Campaniense
<b>Forcas I</b>	Magd. inferior	L. 1 – Lacustre	70%	60%	Recurrente	20 – 30 km	Regional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Forcas I</b>	Magd. inferior	L. 2 – Evaporítico	18%	23%	Recurrente	20 km	Local	Fm Tremp
<b>Forcas I</b>	Magd. inferior	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	1%	2,7%	Puntual	+ 100 km	Exógeno	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Forcas I</b>	Magd. inferior	L.4 – Marino A-S	7%	8%	Recurrente	25 km	Regional	Fm Agua-Salenz
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	54%	55%	Recurrente	20 – 30 km	Regional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporítico	28%	33%	Recurrente	20 km	Local	Fm Tremp

<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	2,5%	0,7%	Puntual	+ 100 km	Exógeno	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marino A-S	7%	5%	Recurrente	25 km	Regional	Fm Agua-Salenz
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 1 – Lacustre	64%	56%	Recurrente	20 – 30 km	Regional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 2 – Evaporítico	25%	31%	Recurrente	20 km	Local	Fm Tremp
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 4 – Marino A-S	7%	3%	Recurrente	25 km	Regional	Fm Agua-Salenz
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	44%	32%	Recurrente	20 – 40 km	Regional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Mioceno Cuenca del Ebro
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporítico	46%	60%	Recurrente	10 km	Local	Fm Tremp
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	5%	2%	Recurrente	150 km	Exógeno	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marino A-S	2%	0,2%	Recurrente	50 km	Regional	Fm Agua-Salenz
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 5 – Marino alveol.	0,1%	-	Puntual	¿?	¿Exógeno?	-
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 6 – Marino briozoos	0,2%	-	Puntual	¿?	¿Exógeno?	-
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 7 – Marino Chalosse	0,2%	-	Puntual	+ 200 km	Exógeno	Sílex Chalosse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. medio	L. 1 – Marino	60%		Recurrente	+ 50 km	Regional	Flysch Bidart – Salies de Béarn
<b>Laa2</b>	Mag. medio	L. 2 – Marino Chalosse	5%		Recurrente	65 km	Regional	Sílex Chalosse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. medio	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	4%		Puntual	40 km	Regional	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Laa2</b>	Mag. medio	L. 4 – Lacustre	2%		Puntual	+ 100 km	Exógeno	Mioceno Cuenca del Ebro / Fm Castelltallat / Oligoceno Corbières
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 1 – Marino	31%		Recurrente	+ 50 km	Regional	Flysch Bidart – Salies de Béarn

<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 2 – Marino Chalusse	9%	Recurrente	65 km	Regional	Sílex Chalusse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	2%	Puntual	40 km	Regional	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 4 – Lacustre	5%	Puntual	+ 100 km	Exógeno	Mioceno Cuenca del Ebro / Fm Castelltallat / Oligoceno Corbières
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	49%	Recurrente	50 km	Regional	Oligoceno Corbières
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporítico	1%	Puntual	60 km	Regional	Sílex <i>Bleu</i> del Paleoceno
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marino <i>pigat</i>	1%	Puntual	170 km	Exógeno	Flysch Hibarette-Montgaillard
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marino A-S	2%	Puntual	140 km	Exógeno	Fm Agua-Salenz
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 5 – <i>Grainstone</i> 1	0,3%	Puntual	300 km	Exógeno	Sílex Grains de Mil
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 6 <i>Grainstone</i> 2	0,3%	Puntual	100 km	Exógeno	Sílex Montsaunès - Ausseing
<b>Crès</b>	Magdalenense	L. 1 – Lacustre	19%	Recurrente	40 km	Regional	Oligoceno Corbières
<b>Crès</b>	Magdalenense	L. 2 – Evaporítico	0,1%	Puntual	50 km	Regional	Sílex <i>Bleu</i> del Paleoceno
<b>Crès</b>	Magdalenense	L. 3 - Marino	42%	Recurrente	80 – 160 km	Exógeno	Bédoulien Vaucluse

**Tabla 13** – Litotipos identificados en los siete conjuntos arqueológicos estudiados. Se especifican el nombre del yacimiento (Yacimiento), el momento cronocultural de ocupación (Etapa), el litotipo (Litotipo), el porcentaje de piezas retocadas adscritas (Ret) así como el de no retocadas (No Ret), el tipo de explotación (Tipo Explot.), la distancia a las fuentes conocidas más próximas (Distancia Fuentes), el radio de explotación considerado (Radio Explot.) y las formaciones susceptibles de haber sido explotadas (Fuentes Potenciales). En fondo de gradiente verdoso las consideradas explotaciones puntuales (más oscuros los radios locales y más claros los radios exógenos). En fondo de gradiente rosáceo las consideradas explotaciones recurrentes (más oscuras las ubicadas en un radio exógeno y más claras las situadas en radios locales).

Dos litotipos (1 y 2) llegan en grandes cantidades, y otros dos (3 y 4), en menores proporciones pero también de manera recurrente. Las variaciones en los porcentajes podrían relacionarse con la mayor o menor frecuentación de las áreas geográficas en las que se ubican los depósitos explotados. También se documentaron aportaciones puntuales, bien fruto de posibles intercambios entre grupos (litotipo 5) o de explotaciones esporádicas debido a una baja aptitud de la materia (litotipo 6 y jaspes). Se entrevé, por tanto, un amplio territorio de explotación de materias líticas que abarca ambas vertientes pirenaicas para el Magdaleniense inferior de Montlleó.

El Magdaleniense inferior de Cova Alonsé presenta distintas estrategias de abastecimiento y gestión de los recursos líticos. En este yacimiento se explotaron principalmente dos tipos de sílex (litotipos 1 y 2) de manera desigual. Los sílex lacustres, con fuentes ubicadas en un radio entre local y regional, fueron aportados al asentamiento como módulos y soportes preconfigurados que se tallaron *in situ* y que se utilizaron para la elaboración de prácticamente todo el utillaje retocado. Los sílex evaporíticos, cuyas fuentes se ubican en un radio local, fueron aportados como nódulos desbastados que se trabajaron en el asentamiento para la confección principalmente de lascas, empleadas en soportes en bruto. En el registro arqueológico no se identificaron sílex de procedencias exógenas o explotaciones puntuales (únicamente la presencia de sílex transicionales de origen local). Por tanto, el territorio de abastecimiento para los grupos humanos que ocuparon Cova Alonsé era muy reducido si lo comparamos con lo observado en el asentamiento de Montlleó.

En el Magdaleniense inferior del Abrigo de Forcas I se detecta la presencia de sílex regionales y locales en altos porcentajes (litotipos 1 y 2). Los sílex llegaron al yacimiento como nódulos brutos que fueron tallados *in situ*. Los sílex del litotipo 2, como ya se había observado en el caso de Cova Alonsé y ocurrirá en el Magdaleniense superior de la Cova del Parco, son abandonados en un estadio previo al agotamiento, debido a la menor aptitud a la talla de este litotipo y a su relativa proximidad a las fuentes de aprovisionamiento. También se explotó otro tipo de sílex de manera recurrente pero en proporciones muy bajas. Se trata del litotipo 4, cuyas fuentes se ubican en un radio regional, y que llegó al asentamiento en módulos y soportes preconfigurados que se trabajaron *in situ*. La menor explotación de este litotipo podría relacionarse con su ubicación en un territorio menos frecuentado. Por último, también se ha detectado una explotación puntual, en este caso de un litotipo (3) ubicado en un radio

exógeno, cuyos afloramientos se sitúan en la vertiente norpirenaica. Este sílex llegaría principalmente como soportes configurados y útiles y sería un ejemplo de la existencia de un amplio territorio de abastecimiento de recursos líticos durante el Magdaleniense inferior, en una línea similar a lo observado en Montlleó.

En la ocupación magdaleniense de Laa2 no se han observado grandes cambios entre las estrategias de adquisición y gestión del sílex empleadas en el Magdaleniense medio y en el Magdaleniense superior. Así, observamos una explotación recurrente de recursos líticos ubicados en un radio regional (litotipos 1 y 2), con aportaciones puntuales, bien de sílex localizados en un radio exógeno (litotipo 4) y posiblemente cuyos afloramientos se sitúan en la vertiente surpirenaica, o de sílex regionales (litotipo 3) que quizás por estar en un territorio menos frecuentado, no son explotados recurrentemente.

En el Magdaleniense superior de la *Caune* de Belvis se observa la existencia de un aprovechamiento recurrente de recursos silíceos ubicados en un radio de explotación regional (litotipo 1) y la aparición de manera puntual en el registro de otros recursos ubicados en un radio regional pero menos frecuentado (litotipo 2) y fundamentalmente exógeno (litotipos 3 a 6). Las fuentes de adquisición del litotipo 4 se ubican en la vertiente surpirenaica, denotando la existencia de un amplio territorio de abastecimiento o, en cualquier caso, de contactos, durante esta fase del Magdaleniense.

En el Magdaleniense superior del Abrigo de Forcas I se pone de manifiesto una reducción del territorio de adquisición de materias primas y variaciones en las estrategias de aprovechamiento. En el caso de los litotipos 1 y 2, disminuyen los porcentajes corticales, indicando que el desbastado de la práctica totalidad de los nódulos se realiza fuera del yacimiento. El litotipo 4 sigue siendo explotado de manera recurrente pero en proporciones inferiores, aportado en módulos y soportes preconfigurados, y los sílex del litotipo 3 continúan apareciendo de manera puntual como aportación exógena y en forma de soportes configurados y/o útiles.

En el Magdaleniense superior de la Cova del Parco se observa la existencia de un amplio territorio de abastecimiento de materias primas líticas. Por un lado, detectamos la presencia de sílex locales (litotipo 2), aportados como nódulos brutos, tallados *in situ* y abandonados tempranamente. También aparecen sílex regionales explotados de manera recurrente: el litotipo 1, que llega al yacimiento como módulos preconfigurados y cuyos núcleos se agotan totalmente, y el litotipo 4, explotado recurrentemente pero en



menores proporciones. Por otro lado, se detectan sílex exógenos: los sílex del litotipo 3, explotados de manera recurrente pese a hallarse las fuentes de aprovisionamiento en la vertiente norpirenaica, y los sílex del litotipo 7, aportados de manera puntual, fruto quizás de un intercambio entre grupos.

En cambio, para los niveles del Magdaleniense superior final del Abrigo de Forcas I se detecta una reducción aún mayor del territorio de abastecimiento, únicamente hallando sílex de origen local y regional, y siendo los sílex exógenos muy escasos y posible fruto de una percolación de material a nivel sedimentario. Estos datos se pueden relacionar con los que obtuvo Mangado (2002) del estudio del Magdaleniense superior final y Epipaleolítico de la Cova del Parco, donde también fue observada una reducción del territorio de abastecimiento a medida que se avanzaba hacia fases más recientes.

El yacimiento magdaleniense de Crès muestra otras estrategias de aprovisionamiento. Por un lado, se explotan recurrentemente recursos ubicados en un radio regional (litotipo 1), pero también en un radio que podríamos considerar exógeno (litotipo 2). Por otro lado, recursos silíceos ubicados en un radio regional son explotados únicamente de manera puntual, debido quizás a una menor frecuentación de la zona geográfica en la que se ubica dicho recurso.

Este breve repaso a las estrategias de adquisición y gestión del sílex desarrolladas en los diferentes asentamientos para las distintas etapas cronoculturales manifiestan la existencia de un territorio de explotación de materias primas líticas diverso durante el Magdaleniense pirenaico. Por un lado, hemos observado una reducción del territorio de explotación de materias primas líticas se reduce a medida que avanzamos hacia fases más recientes del Magdaleniense. Así, los niveles del Magdaleniense inferior de Forcas I y especialmente de Montlleó demuestran la existencia de un amplio territorio de abastecimiento que abarca ambas vertientes pirenaicas. Durante el Magdaleniense superior del Abrigo de Forcas I detectamos esta reducción en la amplitud territorial explotada. No obstante, para este mismo periodo, en la Cova del Parco, pese a observar similares estrategias de explotación que en Forcas I, también detectamos una amplitud territorial muy marcada. Este dato podría relacionarse con el hecho de que podamos estar ante fases algo más antiguas del Magdaleniense superior, como ya se ha comentado. Esta reducción territorial se pone de manifiesto nuevamente si observamos el Magdaleniense superior final del Abrigo de Forcas I o de la Cova del Parco, donde se

detecta una mayor regionalización en los comportamientos económicos de los grupos humanos.

Así, el estudio análisis de las materias primas líticas de los distintos conjuntos pone de manifiesto la existencia de cambios para las distintas etapas definidas del Magdaleniense, observando una correspondencia con lo que revelan estudios tecno-tipológicos de industria lítica. De este modo, la mayor circulación de materias primas de alta calidad observada durante el Magdaleniense inferior y especialmente durante el Magdaleniense superior (o posible fase algo más antigua para la Cova del Parco) se corresponde con una homogeneidad a nivel tecno-tipológico de las industrias líticas. Esta homogeneidad tanto a nivel tecno-tipológico como a nivel de materia prima detectada en la escala pirenaica es una evidencia más de la existencia de un territorio pirenaico homogéneo al fin del Paleolítico superior.

Sin embargo, observamos la existencia de estrategias particulares que rompen el esquema anteriormente planteado, fruto quizás de una regionalización específica o del carácter funcional del asentamiento, como se ha observado en Cova Alonsé. Además, en la vertiente norpirenaica parecen desarrollarse estrategias distintas en función de los asentamientos analizados. Así, el Magdaleniense superior de la *Caune* de Belvis comparte muchas particularidades con la Cova del Parco o el Abrigo de Forcas I. No obstante, tanto los yacimientos de Laa2 como Crès experimentan distintas estrategias de abastecimiento, fruto quizás de la existencia de una regionalización del espacio geográfico. De este modo, las diferencias observadas en los recursos explotados podrían relacionarse con la existencia de una cierta territorialidad, en la que los grupos de Laa2 y Crès no estarían integrados en ese gran territorio pirenaico centro-oriental que se ha puesto de manifiesto con los litotipos representados en los otros asentamientos estudiados.

### **12.3 Movilidad humana en el territorio pirenaico centro-oriental durante el Magdaleniense**

Una de las razones por la que decidimos emprender el estudio arqueopetroológico aquí presentado fue para poder ahondar en el conocimiento de la noción de territorio de los

grupos humanos magdalenienses y su movilidad en el mismo. Por ello nos planteamos tres objetivos relacionados con este aspecto:

- **Analizar si los ríos pudieron ser los ejes que determinaron la movilidad de los grupos humanos que se asentaron en el Pirineo centro-oriental al fin del Paleolítico superior, pudiendo conectar los asentamientos con las formaciones susceptibles de haber sido explotadas.**
- **Ahondar en el tipo de relación que tuvieron los grupos humanos con el espacio geográfico pirenaico, con el fin de conocer si la Cordillera Pirenaica jugó un papel importante en las actividades socio-económicas de estas comunidades o si, por el contrario, se trató de un espacio de barrera que separó grupos y, por tanto, tradiciones.**
- **Conocer cuál fue el territorio frecuentado recurrentemente por los distintos grupos y cuál el territorio menos frecuentado y, por tanto, más ocasional, donde pudieron tener lugar los intercambios de materiales con otros grupos.**

El estudio de las materias primas líticas de los distintos yacimientos estudiados, además de permitirnos conocer algunas de las estrategias de adquisición y gestión de los recursos líticos, nos autoriza a aportar nuevos datos sobre la movilidad de estos grupos en el espacio geográfico y la apropiación de dicho espacio y su conversión en territorio.

Recordemos que el espacio geográfico viene definido por características estrictamente naturales, tales como la flora, la fauna, los recursos hídricos... Pero tan sólo cuando se produce una apropiación del espacio geográfico por parte de los grupos humanos podemos hablar de la existencia de territorios. En el territorio tendrán lugar las actividades de reproducción económica, social y simbólica de la comunidad, tales como el aprovisionamiento en materias primas líticas o su intercambio entre grupos.

El estudio de los siete conjuntos magdalenienses analizados nos deja entrever la existencia de un amplio territorio pirenaico centro-oriental que experimenta variaciones en las distintas etapas magdalenienses. Veamos qué se observa para cada yacimiento para hacer después una interpretación en conjunto.

El yacimiento de Montlleó se plantea como un asentamiento de paso ocupado durante el Magdaleniense inferior por sucesivas generaciones. Su ubicación sobre un montículo en

el valle de la Cerdanya lo sitúa en uno de los lugares más accesibles para cruzar la Cordillera Pirenaica por su vertiente centro-oriental. La procedencia de las materias primas líticas nos aporta información de dónde venían y hacia dónde se desplazaban los grupos humanos que se asentaron en el yacimiento, sin poder a día de hoy determinar el sentido de la marcha. La presencia en el registro arqueológico de sílex cuyas fuentes de origen se sitúan en la vertiente norpirenaica (sílex *Bleu* del Paleoceno –según indican los análisis por Difracción de Rayos X–, sílex del Flysch del Cretácico y jaspes del Canigó) indican una de las direcciones que siguieron estos grupos humanos. Desde el paso de la Percha se accede al Têt y fácilmente sería posible llegar hasta la zona de Corbières y así explotar el sílex lacustre que tanto abunda en el registro arqueológico. O justamente al pasar por la Percha, si se toma el valle del Querol, en algunos kilómetros se accede a la región del Ariège, donde han sido documentados importantes depósitos magdalenienses, por los que pasarían para llegar al sílex del Flysch. Hacia el sur, la explotación de los sílex de la Formación Agua-Salenz pone de manifiesto la existencia de un contacto al sur del macizo pirenaico y hasta el Pirineo central, fácilmente accesible siguiendo las elevaciones que conectan los ríos Segre y Nogueras. Al descender por el río Segre, estos grupos pudieron explotar los recursos silíceos que ofrecían la Formación Castelltallat, Trepmp o Tartareu-Alberola y conectar con estas primeras sierras prepirenaicas en las que también aparecen yacimientos de cronología magdaleniense. Por último, la aparición escasa de sílex de la Formación Coronas entre el material arqueológico es un indicativo de que, si bien puntualmente pudo cruzarse la Sierra del Cadí para enlazar con el curso del río Llobregat, éste no fue el trayecto habitual de los grupos que se asentaron en Montlleó.

La ocupación de Cova Alonsé también durante el Magdaleniense inferior se plantea como un asentamiento centrado en la caza y recolección de determinadas especies siguiendo un ciclo estacional. El abrigo de Cova Alonsé sería una parada en el circuito de movilidad de estos grupos magdalenienses con la frecuentación recurrente de la Sierra de la Carrodilla y alrededores para explotar, entre otros, sus recursos líticos.

En el Abrigo de Forcas I se documenta la existencia de un amplio territorio de explotación de recursos durante el Magdaleniense inferior, centrado en una adquisición preferencial de sílex locales y regionales, pero con contactos pirenaicos y transpirenaicos. No obstante, a medida que avanzamos a fases más recientes del Magdaleniense, se detecta una reducción del territorio de explotación de materias

primas líticas de los grupos que se asentaron en Forcas I, posiblemente en relación con una mayor regionalización de estos grupos, tendencia mucho más acentuada a inicios del Holoceno.

La Cova del Parco denota la presencia de un territorio de aprovisionamiento de materias primas muy amplio durante el Magdaleniense superior. La presencia reiterada de sílex de la vertiente norpirenaica pone de manifiesto la existencia de un territorio homogéneo entre ambas vertientes en momentos avanzados del Magdaleniense. No obstante, el hecho de hallar en el registro arqueológico sílex tan diversos y con radio de aprovisionamiento tan amplios reforzaría la hipótesis de estar ante fases más antiguas del Magdaleniense, pues se ha considerado el Magdaleniense medio, especialmente en la vertiente norpirenaica, como el momento de mayor amplitud territorial de los grupos magdalenienses, donde existió una importante red de intercambio de materias líticas (Langlais 2007). Nuevas dataciones y las futuras campañas de excavación en el yacimiento pondrán nueva luz a esta teoría.

En el yacimiento de la *Caune* de Belvis se documenta la existencia de un amplio territorio de abastecimiento que también incluye la vertiente surpirenaica, manifestando la existencia de una circulación de materiales líticos también en sentido Sur – Norte.

Caso aparte son los yacimientos de Laa2 y Crès. Los territorios de aprovisionamiento de ambos asentamientos no parecen estar integrados en el territorio pirenaico centro-oriental, pues la explotación se orienta hacia otros ámbitos territoriales (Pirineo occidental para Laa2 y la Cuenca del Ródano para Crès).

Si analizamos las materias primas aparecidas en los siete asentamientos y la distribución de las fuentes en el territorio, efectivamente se identifica la existencia de lo que podríamos llamar un territorio pirenaico centro-oriental. Dicho territorio estaría constituido por una serie de yacimientos ubicados a ambos lados de la Cordillera Pirenaica. Desconocemos la extensión de este territorio pero a día de hoy podemos precisar que los yacimientos de Laa2 y Crès podrían marcar unos límites occidentales y orientales. Ambos yacimientos presentan unas estrategias de adquisición de recursos que en gran medida distan de lo observado en los restantes yacimientos. Así, el yacimiento de Laa2 podría integrarse en un territorio pirenaico occidental que comprendería aquellos asentamientos ubicados en el extremo más occidental de la Cordillera Pirenaica. La ocupación de Crès debería integrarse en un posible territorio de

la cuenca del Ródano, según ponen de manifiesto las materias primas explotadas, con poca relación con el ámbito pirenaico. El yacimiento de Cova Alonsé podría marcar un límite meridional de este territorio pirenaico, pues recordemos que allí no se detectaron sílex de procedencias exógenas.

Este territorio pirenaico centro-oriental se caracterizaría por la regionalización, expresada en el registro arqueológico por la explotación mayoritaria de materias primas de carácter local y regional, pero con contactos recurrentes entre otros grupos de este mismo ente pirenaico, observados en la aparición de sílex exógenos en el registro arqueológico. En algunos casos, como es la Cova del Parco, los sílex exógenos aparecen de manera recurrente en el registro arqueológico, dato que nos lleva a manifestar la idea de la existencia de un territorio pirenaico centro-oriental. En este caso concreto, los sílex del Flysch de Hibarette-Montgaillard o Montsaunès llegan asiduamente procedentes de la vertiente norpirenaica. Este dato se traduce con la existencia de un contacto reiterado, bien por aprovisionamiento directo o por intercambio entre grupos, con la vertiente norpirenaica. Evidentemente, los ríos y más concretamente los valles fluviales pudieron haber jugado un importante papel en el desplazamiento de los grupos humanos por un espacio geográfico con importantes accidentes orográficos.

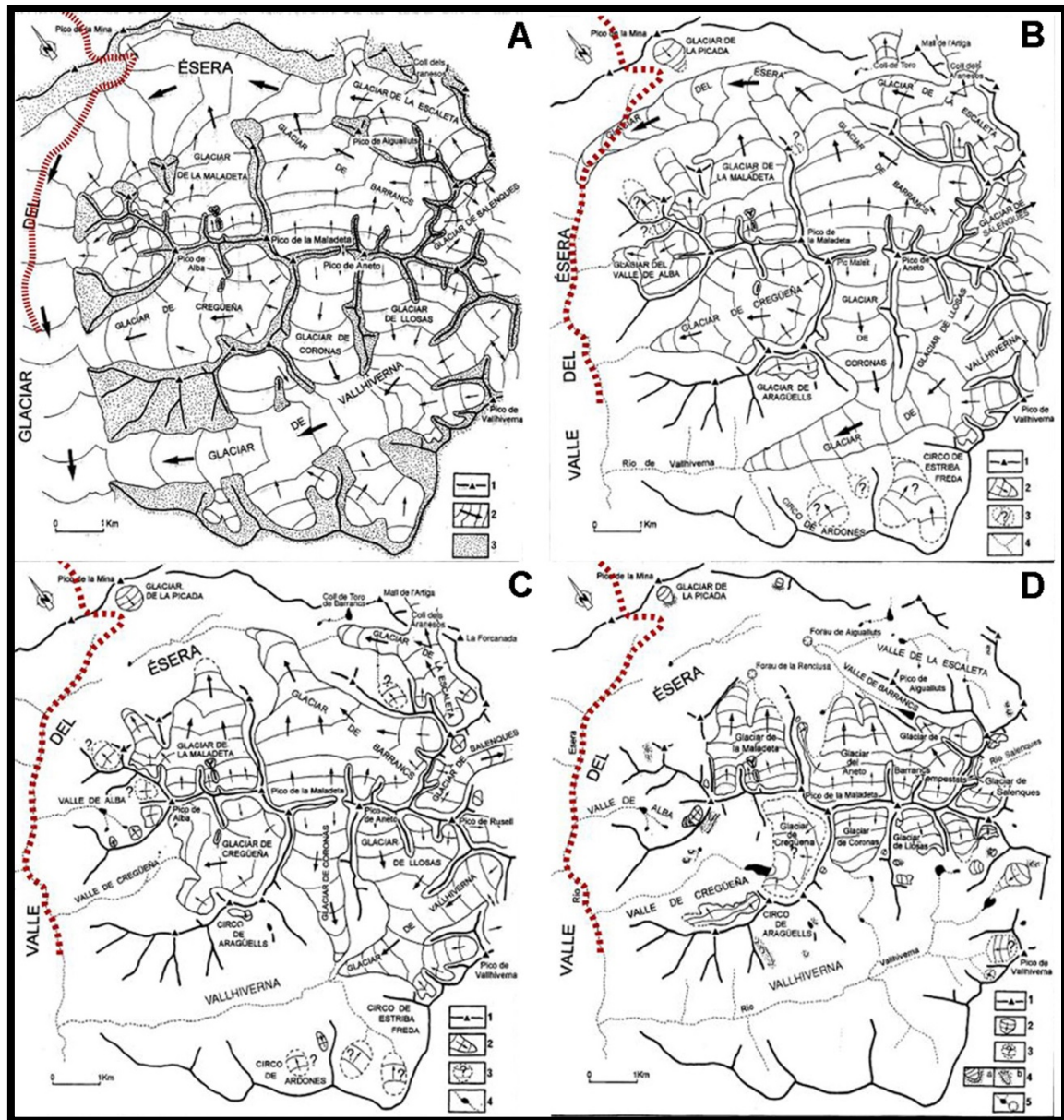
Los sílex del Flysch de Hibarette-Montgaillard constituyen un marcador litológico que ya fue tratado en el capítulo quinto. Este sílex tuvo una gran expansión durante el Magdaleniense en diferentes asentamientos norpirenaicos. No obstante, su expansión se manifiesta principalmente hacia el este, alcanzando el valle del Ariège, según lo detectado en estudios arqueopetrologicos previos. Tras nuestra aportación podemos incluir yacimientos más orientales como la *Caune* de Belvis y también los asentamientos surpirenaicos de Montlleó, la Cova del Parco y el Abrigo de Forcas I. La aparición de este trazador litológico en dichos yacimientos pone de manifiesto la existencia de una misma tradición cultural en la que este litotipo pudo jugar un rol simbólico común a un mismo gran grupo. ¿Cómo sino podría explicarse la aparición recurrente de este litotipo en la secuencia magdaleniense de la Cova del Parco, siendo el tercer tipo de sílex más explotado?

Demostrada la existencia de una misma tradición cultural a ambas vertientes del Pirineo centro-oriental, podríamos interrogarnos sobre cuáles pudieron ser las vías de tránsito de ideas, materiales y personas al fin del Paleolítico superior final pirenaico. Más allá del

tránsito pirenaico a través del paso de la Percha, el más accesible y, posiblemente, más utilizado, pudieron haberse utilizado otras vías para atravesar la Cordillera pirenaica en su extremo centro-oriental.

A modo de ejemplo hemos tomado en consideración el Puerto de Benasque para estudiar su posible viabilidad como zona de paso en el Tardiglaciario, pues presenta evidencias de tránsito, al menos, desde la Prehistoria reciente (restos cerámicos de la Edad del Bronce hallados en la Cueva de la Ubaga) (Ona *et al.* 2006: 17, Calastrenc y Ona 2005: 38-39). Un estudio de Copons y Bordonau (1997) sobre el último ciclo glaciario en el macizo de la Maladeta expone la evolución y regresión de los glaciares en esta zona desde el 50.000 BP hasta la actualidad (fig. 430):

- Durante el último máximo glaciario pleistoceno, al que Bordonau atribuye una edad comprendida entre 50.000 y 45.000 años BP, el glaciar del Ésera presentaba una longitud aproximada de 36 km, con un espesor máximo de hielo de 900 m en la cubeta de Benasque, estando todo el valle cubierto por el hielo. Posteriormente, durante la Fase de Estabilización Post-Máximo (46.000 – 31.000 BP) el glaciar disminuyó sensiblemente su extensión. Seguidamente, en la Fase de Glaciares de Valle (hacia el 26.000 BP) el glaciar del Ésera redujo notablemente su extensión, pudiéndose haber producido la desconexión entre el glaciar del Ésera y algunos glaciares mayores tributarios.
- Dentro de la Fase de Glaciares de Altitud se han diferenciado dos episodios. Durante el primero de ellos, Glaciares de Valle en Altitud (16.000 – 15.000 BP), los glaciares del macizo de la Maladeta experimentaron un importante retroceso, quedando el valle del Ésera prácticamente libre de hielo. Desde entonces hasta el segundo episodio, Glaciares de Circo (14.000 – 13.000 BP), se registró un notable retroceso de los glaciares, en el que el valle del Ésera estuvo totalmente libre de hielo y, por tanto, transitable al menos durante los períodos más cálidos del año. Por último, la Fase de Glaciares Rocosos (11.000 – 10.000 BP), se caracterizó en los Pirineos por la presencia de glaciares rocosos, que en ningún caso impedían un posible paso desde el valle del Ésera hacia el Puerto de Benasque.



**Fig. 430** – Evolución de los glaciares en el macizo de la Maladeta. A: 50.000 – 16.000 BP; B: 16.000 – 15.000 BP; C: 14.000 – 13.000 BP; D: 11.000 – 10.000 BP. En rojo, el paso natural para atravesar el Puerto de Benasque. Fuente: Copons y Bordonau 1997. Modificadas.

En las líneas precedentes hemos querido exponer un ejemplo de uno de los pasos pirenaicos que a día de hoy presenta referencias de ocupación, al menos desde la Prehistoria reciente, y que, como hemos visto, pudo ser atravesado en los períodos estivales durante las fases más recientes del Magdaleniense. Con este ejemplo únicamente queremos poner de manifiesto la probabilidad de que, además del paso por la Percha, pudieron haberse utilizado otras vías para atravesar la Cordillera Pirenaica centro-oriental.



Observada la posibilidad de un tránsito humano en el Pirineo centro-oriental más allá del paso de la Percha tras la deglaciación de la Cordillera Pirenaica, se abren ahora nuevas líneas de trabajo para entender la movilidad humana en espacios de montaña y poder ahondar en las dimensiones y características de este territorio pirenaico centro-oriental que ahora centra nuestra atención. Para ello, creemos necesario aumentar los trabajos de prospección en estas zonas de paso teniendo en cuenta la afectación de la deglaciación durante el Tardiglaciario.

El análisis de las materias primas de los siete conjuntos analizados desde una perspectiva arqueopetrográfica ha permitido comprender que durante el Magdaleniense el Pirineo centro-oriental funcionó como un ámbito territorial homogéneo, en el que la circulación de materiales, personas e ideas fue una constante. Sin duda alguna, las herramientas que proporcionan técnicas como la Fluorescencia de Rayos X (XRF) y la Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente con ablación láser (LA-ICP-MS) para el análisis de los elementos mayores y fundamentalmente los elementos traza y ultra-traza en el sílex serán claves para proporcionar un análisis más detallado y, en última instancia, mejorar nuestra comprensión sobre los grupos que al fin del Paleolítico superior se asentaron en la Cordillera Pirenaica.

## **12. LE SILEX COMME OUTIL POUR L'ÉTUDE DE LA MOBILITÉ HUMAINE À LA PRÉHISTOIRE. CONCLUSIONS GÉNÉRALES**

### **12.1 Le silex comme outil d'analyse**

Dans cette thèse et afin d'approfondir notre connaissance concernant les groupes magdaléniens, nous avons utilisé ce qui fut le matériel le plus exploité sur les sites étudiés : le silex. La caractérisation des silex d'après une perspective archéopétrologique, qui le considère comme élément porteur d'information environnementale et culturelle, a été essentielle, car elle nous a permis d'obtenir de nouvelles données sur les populations humaines qui à la fin du Paléolithique supérieur se sont installées dans les Pyrénées centre-orientales. Par conséquent, lorsque nous avons commencé cette thèse, nous avons proposé trois objectifs directement liés à l'étude des silex. Ils étaient les suivants :

- **Caractériser les matières premières siliceuses des différents sites de l'étude afin de décrire les caractéristiques texturales, pétrographiques, micropaléontologiques et, si possible, la composition minérale (par XRD) et la concentration des éléments chimiques (par XRF).**
- **Localiser les formations contenant du silex dans les Pyrénées centre-orientales, détecter les gîtes et ramasser des échantillons pour leur caractérisation texturale, pétrographique, micropaléontologique et, si possible, pour décrire leur composition minérale (par XRD) et leur concentration en éléments chimiques (par XRF).**
- **Connaitre à travers l'étude des matières premières lithiques, quelles formations sont susceptibles d'avoir été utilisées par les groupes humains qui ont occupé les différents sites archéologiques analysés.**

Pour cela, nous avons consacré la quasi-totalité de cette thèse à l'étude du silex d'après une perspective archéopétrologique. Le deuxième chapitre a été consacré à la présentation de la terminologie appropriée et aux aspects géologiques (formation, minéralogie et propriétés intrinsèques) de cette lithologie. Ensuite, nous avons consacré un chapitre à la discipline archéopétrologique, où les phases que toute étude du silex devrait inclure sont présentées. Enfin, les quatrième et cinquième chapitres présentent

les résultats des intensifs travaux de terrain et de consultation des lithothèques qui ont permis d'identifier des formations avec silex sur les deux versants des Pyrénées centre-orientales.

Résultat d'un travail intensif sur le terrain et en laboratoire, dix formations géologiques présentant gîtes à silex en position primaire ou sous-primaire dans le versant sud des Pyrénées centre-orientales et la zone de contact avec le bassin de l'Èbre ont été identifiées. Quatre d'entre elles (la Formation Agua-Salenz et son équivalent la Formation Pardina, la Formation Sagnari, la Formation Bona et la Formation Coronas) affleurent principalement sur la Chaîne Pyrénéenne. Seule la Formation Agua-Salenz se situe dans la région la plus occidentale et les trois autres dans la frange orientale. Les gîtes à silex documentés appartenant à la Formation Puy de Cinca, la Formation Tresp (1 et 2) et les silex oligocènes de Tartareu-Alberola sont situés dans les Prepyrénées centre-orientales. Enfin, les silex de la Formation Castelltallat affleurent au niveau du contact des Prepyrénées avec la Dépression Centrale.

Après avoir caractérisé les échantillons ramassés lors des travaux de prospection, nous avons constaté que deux formations (Formation Puy de Cinca et Formation Tresp) possèdent des silex originaires des environnements continentaux lacustres évaporitiques, caractérisés principalement par la présence de pseudomorphes lenticulaires de gypse et de calcédoine d'élongation positive. Trois formations (Formation Castelltallat, silex de Tartareu-Alberola et silex de la Formation Tresp) présentent les caractéristiques typiques d'un milieu de formation continental lacustre (sections de tiges d'algues charophytes) et sont très homogènes entre elles, en présentant une convergence de faciès siliceux. Les cinq formations restantes contiennent des silex marins, très variables entre eux, principalement en raison du contenu micropaléontologique.

Dans le cinquième chapitre nous avons décrit les principales silicifications affleurant dans les trois régions pyrénéennes majeures : les Pyrénées occidentales, centrales et orientales. Par la suite, une mention de la présence des traceurs lithologiques dans différents sites magdaléniens pyrénéens a été faite. Cette étude nous a menés à observer l'existence d'une diffusion de ces traceurs lithologiques depuis l'Ouest vers l'Est, avec les cas les plus remarquables de diffusion attribués aux silex de Chalosse et aux silex du Flysch d'Hibarette-Montgaillard. En général, la diffusion de ces traceurs

lithologiques n'est pas homogène, et a révélé l'existence d'une relation de proportionnalité entre la distance des sources et l'emplacement des sites archéologiques, ces types de silex étant plus abondants dans les sites placés plus proches des sources.

Parallèlement à cette étude géologique, nous avons étudié les matières premières siliceuses apparues dans sept ensembles magdaléniens situées dans les Pyrénées. Quatre sites se trouvent sur le versant sud des Pyrénées : Montlleó (Prats i Sansor, La Cerdanya), la Cova Alonsé (Estadilla, Somontano de Barbastro), l'Abri de Forcas I (Graus, La Ribagorza) et la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). L'étude de ces matériaux est exposée dans les chapitres quatre à neuf, dans lesquels on notera des données très intéressantes sur les lithotypes exploités et les formations susceptibles d'avoir été exploitées.

Trois autres ensembles lithiques ont été analysés. Ce sont les niveaux magdaléniens des sites de Laa2 (Arudy, Pyrénées Atlantiques), la Caune de Belvis (Belvis, Aude) et Crès (Béziers, Hérault), situés dans le versant nord des Pyrénées. Les résultats obtenus sont présentés dans le dixième chapitre de cette thèse. Comme cela a été indiqué précédemment, notre volonté pour ces trois séries lithiques a été d'établir une première approximation de ces ensembles et ainsi identifier les différents lithotypes présents.

Les silex géologiques et archéologiques ont été étudiés selon trois échelles d'observation (macroscopique, microscopique et géochimique) pour déterminer les caractéristiques texturales, pétrographiques, micropaléontologiques, de composition minérale et de concentration des éléments chimiques. Toutefois, en raison de la nature destructive de la caractérisation pétrographique par lame mince, il n'a pas été possible de développer ce type d'étude pour tous les ensembles analysés. De même, nous n'avons pas pu développer la caractérisation géochimique par Diffraction aux Rayons X et la Fluorescence aux Rayons X de manière systématique et complète pour toutes les séries, car ce sont des techniques qui comportent un coût économique élevé, ne possédant pas l'équipement nécessaire dans nos laboratoires.

Malgré les limites exposées, la caractérisation des silex géologiques et archéologiques des ensembles étudiés a permis de relier certains silex archéologiques avec certaines formations géologiques susceptibles d'avoir été exploitées. En se basant sur les sites archéologiques étudiés et bien que cette relation doit être confirmée à l'avenir par l'application systématique des techniques d'analyses géochimiques, il est maintenant

possible maintenant de déduire les stratégies d'acquisition et de gestion des ressources lithiques qui ont eu lieu durant le Magdalénien dans les Pyrénées centre-orientales. Ces résultats seront présentés par la suite.

## **12.2 Les stratégies d'acquisition et gestion des ressources lithiques durant le Magdalénien dans les Pyrénées centre-orientales**

Un des buts de cette étude archéopétrologique était de fournir de nouvelles données sur les stratégies d'acquisition et gestion des matières lithiques qui ont eu lieu pendant le Magdalénien dans les Pyrénées centre-orientales. Pour cette raison, nous avons proposé l'objectif suivant :

- **Développer une étude diachronique des stratégies de circulation de matières premières lithiques qui ont eu lieu dans les Pyrénées centre-orientales en observant les changements dans les stratégies d'acquisition et gestions des ressources siliceuses.**

Nous ne voudrions pas répéter à nouveau toutes les données obtenues suite aux études archéopétrologiques des sites étudiés. Cependant, il est nécessaire de rappeler brièvement les principales caractéristiques des types de silex identifiés sur chaque site (tableau 14), pour pouvoir expliquer l'évolution diachronique des stratégies d'approvisionnement du silex.

Sur les sites du Magdalénien inférieur, nous avons généralement observé l'existence de vastes zones d'approvisionnement en matières premières lithiques, sauf pour le cas de Cova Alonsé. À Montlleó le silex fut la lithologie la plus utilisée, malgré le fait qu'on ne trouve pas de gîtes à silex de bonne aptitude à la taille à moins de 100 km. Il est probable que pour cette raison des matières premières locales (rhyolite, quartz et cristal de roche principalement) furent aussi utilisées pour la fabrication de l'outillage de base. Le silex fut apporté à partir des sources exogènes sous forme de supports préconfigurés et des petits nucléus qui furent travaillés *in situ*.

SITE	ÉTAPE	LITHOTYPE	RET	NON RET	TYPE EXPLOIT	DISTANCE SOURCES	RAYON EXPLOIT	SOURCES POTENTIELLES
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.1 – Lacustre	24%	28%	Récurrente	+ 100 km	Exogène	Oligocène Corbières / Fm Tremp / Tartareu-Alberola / Fm Castelltallat / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.2 – Evaporitique	14%	26%	Récurrente	+ 100 km	Exogène	Silex Bleu du Paléocène
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.3 – Marine <i>pigat</i>	10%	9%	Récurrente	+ 200 km	Exogène	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.4 – Marine A-S	7%	7%	Récurrente	+ 120 km	Exogène	Fm Agua-Salenz
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.5 – Marine alveol.	1%	0,1%	Ponctuelle	¿?	¿?	¿?
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	L.6 – Type Coronas	1%	-	Ponctuelle	10 km	Local	Fm Coronas
<b>Montlleó</b>	Magd. inférieur	Jaspes	1%	1%	Ponctuelle	70 km	Régional	Jaspes du Canigó
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inférieur	L. 1 – Lacustre	89,7%		Récurrente	5 – 30 km	Local et régional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inférieur	L. 2 – Evaporitique	7,7%		Récurrente	10 km	Local	Fm Tremp
<b>Cova Alonsé</b>	Magd. inférieur	L. 3 – Transitionale	0,1%		Ponctuelle	10 km	Local	silex Maastrichtien-Campanien
<b>Forcas I</b>	Magd. inférieur	L. 1 – Lacustre	70%	60%	Récurrente	20 – 30 km	Régional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Forcas I</b>	Magd. inférieur	L. 2 – Evaporitique	18%	23%	Récurrente	20 km	Local	Fm Tremp
<b>Forcas I</b>	Magd. inférieur	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	1%	2,7%	Ponctuelle	+ 100 km	Exogène	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Forcas I</b>	Magd. inférieur	L.4 – Marine A-S	7%	8%	Récurrente	25 km	Régional	Fm Agua-Salenz
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	54%	55%	Récurrente	20 – 30 km	Régional	Fm Tremp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporitique	28%	33%	Récurrente	20 km	Local	Fm Tremp

<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	2,5%	0,7%	Ponctuelle	+ 100 km	Exogène	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Forcas I</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marine A-S	7%	5%	Récurrente	25 km	Régional	Fm Agua-Salenz
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 1 – Lacustre	64%	56%	Récurrente	20 – 30 km	Régional	Fm Tresp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 2 – Evaporitique	25%	31%	Récurrente	20 km	Local	Fm Tresp
<b>Forcas I</b>	Mag. sup. fin.	L. 4 – Marine A-S	7%	3%	Récurrente	25 km	Régional	Fm Agua-Salenz
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	44%	32%	Récurrente	20 – 40 km	Régional	Fm Tresp / Fm Castelltallat / Tartareu-Alberola / Miocène bassin de l'Èbre
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporitique	46%	60%	Récurrente	10 km	Local	Fm Tresp
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	5%	2%	Récurrente	150 km	Exogène	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marine A-S	2%	0,2%	Récurrente	50 km	Régional	Fm Agua-Salenz
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 5 – Marine alveol.	0,1%	-	Ponctuelle	¿?	¿Exogène?	-
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 6 – Marine bryozoaires	0,2%	-	Ponctuelle	¿?	¿Exogène?	-
<b>Cova del Parco</b>	Mag. sup.	L. 7 – Marine Chalosse	0,2%	-	Ponctuelle	+ 200 km	Exogène	Silex Chalosse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. moyen	L. 1 – Marine	60%		Récurrente	+ 50 km	Régional	Flysch Bidart – Salies de Béarn
<b>Laa2</b>	Mag. moyen	L. 2 – Marine Chalosse	5%		Récurrente	65 km	Régional	Silex Chalosse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. moyen	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	4%		Ponctuelle	40 km	Régional	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Laa2</b>	Mag. moyen	L. 4 – Lacustre	2%		Ponctuelle	+ 100 km	Exogène	Miocène bassin de l'Èbre / Fm Castelltallat / Oligocène Corbières
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 1 – Marine	31%		Récurrente	+ 50 km	Régional	Flysch Bidart – Salies de Béarn

<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 2 – Marine Chalosse	9%	Récurrente	65 km	Régional	Silex Chalosse (Audignon-Gers)
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	2%	Ponctuelle	40 km	Régional	Flysch Hibarette-Montgaillard / Montsaunès
<b>Laa2</b>	Mag. sup.	L. 4 – Lacustre	5%	Ponctuelle	+ 100 km	Exogène	Miocène bassin de l'Èbre / Fm Castelltallat / Oligocène Corbières
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 1 – Lacustre	49%	Récurrente	50 km	Régional	Oligocène Corbières
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 2 – Evaporitique	1%	Ponctuelle	60 km	Régional	Silex Bleu du Paléocène
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 3 – Marine <i>pigat</i>	1%	Ponctuelle	170 km	Exogène	Flysch Hibarette-Montgaillard
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 4 – Marine A-S	2%	Ponctuelle	140 km	Exogène	Fm Agua-Salenz
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 5 – <i>Grainstone 1</i>	0,3%	Ponctuelle	300 km	Exogène	Silex Grains de Mil
<b>Belvis</b>	Mag. sup.	L. 6 <i>Grainstone 2</i>	0,3%	Ponctuelle	100 km	Exogène	Silex Montsaunès - Ausseing
<b>Crès</b>	Magdalénien	L. 1 – Lacustre	19%	Récurrente	40 km	Régional	Oligocène Corbières
<b>Crès</b>	Magdalénien	L. 2 – Evaporitique	0,1%	Ponctuelle	50 km	Régional	Silex Bleu du Paléocène
<b>Crès</b>	Magdalénien	L. 3 – Marine	42%	Récurrente	80 – 160 km	Exogène	Bédoulien Vaucluse

**Table 14** – Lithotypes identifiés dans les sept ensembles archéologiques étudiés. Sont spécifiés : le nom du site (Site), le moment cronoculturel d'occupation (Étape), le lithotype (Lithotype), le pourcentage des pièces retouchées (Ret) et non retouchées (Non Ret), le type d'exploitation (Type Exploit), la distance par rapport aux sources connues les plus proches (Distance Sources), le rayon d'exploitation considéré (Rayon Exploit) et les formations susceptibles d'avoir été exploitées (Sources Potentielles). En fond dégradé vert sont considérées les exploitations ponctuelles (plus foncées les rayons locaux et plus claires les rayons exogènes). En fond dégradé rose les exploitations considérées récurrentes (en plus foncé les rayons locaux et plus clair les rayons exogènes).



Deux lithotypes (1 et 2) arrivent en grand nombre à Montlleó et autres deux (3 et 4) en proportions plus faibles, mais aussi de manière récurrente. Les variations des pourcentages pourraient se relier à une fréquentation plus élevée ou plus faible des zones géographiques où se trouvent les dépôts étudiés. Nous avons aussi documenté des apports ponctuels, soit le résultat de possibles échanges entre groupes (lithotype 5) ou des exploitations sporadiques dû à une faible aptitude à la taille (lithotype 6 et jaspes). Par conséquent, nous pouvons entrevoir l'existence d'un vaste territoire d'exploitation de matières lithiques qui couvre les deux côtés des Pyrénées pour le Magdalénien inférieur de Montlleó.

Différentes stratégies d'approvisionnement et de gestion des ressources lithiques ont pu être identifiées pour le Magdalénien inférieur de Cova Alonsé. Sur ce site, deux types de silex (lithotype 1 et 2) furent exploités de manière distincte. Les silex lacustres, avec des sources situées dans un rayon d'exploitation entre local et régional, furent apportés au site sous forme de modules et de supports préconfigurés qui furent taillés *in situ* et utilisés pour faire la quasi-totalité de l'outillage retouché. Les silex évaporitiques, dont les sources se trouvent dans un rayon d'exploitation local, furent apportés comme modules après avoir fait l'objet d'une première ablation du cortex à l'extérieur du site, et furent utilisées comme éclats sans retouche. Dans l'ensemble archéologique aucuns silex exogènes ou exploitations ponctuelles (sauf la présence sporadique des silex transitionnels d'origine local) ne furent identifiés. Par conséquent, le territoire d'approvisionnement pour les groupes humains qui ont occupé Cova Alonsé était réduit par rapport à celui observé à Montlleó.

Au Magdalénien inférieur de Forcas I, la présence de silex régionaux et locaux dans des pourcentages élevés (lithotypes 1 et 2) a été détectée. Les silex arrivèrent au site entant que nodules bruts qui furent taillés sur place. Les silex du lithotype 2, comme on l'avait déjà observé dans le cas de Cova Alonsé et comme on le verra aussi pour le Magdalénien supérieur de la Cova del Parco, furent abandonnés avant épuisement, en raison d'une moindre aptitude à la taille et à l'éloignement des sources. Un autre type de silex fut exploité de manière récurrente, mais en faible pourcentage. Il s'agit là du lithotype 4, dont les sources se trouvent dans un rayon régional et qui arrivait au site comme modules et supports préconfigurés travaillés sur place. La présence mineure de ce silex pourrait s'expliquer par son emplacement dans un territoire moins fréquenté. Enfin, une exploitation ponctuelle a également été détectée, dans le cas d'un lithotype

(3) situé dans un rayon exogène dont les sources se trouvent sur le versant nord des Pyrénées. De manière similaire à ce qui est observé à Montlleó, ce silex arriverait entant que supports préconfigurés et outils et serait un exemple de l'existence d'un vaste territoire d'approvisionnement de ressources lithiques pendant le Magdalénien inférieur.

En ce qui concerne l'occupation magdalénienne de Laa2, il n'a pas été observé de changements significatifs entre les stratégies d'acquisition et de gestion des silex employés au Magdalénien moyen et au Magdalénien supérieur. Ainsi, nous avons observé l'existence d'une exploitation récurrente des ressources lithiques situées dans un rayon d'exploitation régional (lithotype 1 et 2), avec des apports ponctuels, ou des silex situés dans un rayon exogène (lithotype 4) et dont les gîtes pourraient se situer sur le versant sud des Pyrénées, ou encore des silex régionales (lithotype 3) qui, peut-être car ils se trouvaient dans un territoire moins fréquenté, n'ont pas été exploités de manière récurrente.

Dans le Magdalénien supérieur de la Caune de Belvis on a observé l'existence d'une utilisation récurrente des ressources lithiques situées dans un rayon d'exploitation régional (lithotype 1) et l'apparition ponctuellement dans l'ensemble archéologique d'autres ressources situées dans un rayon régional, mais moins fréquenté (lithotype 2) et essentiellement exogène (lithotypes 3 à 6). Les sources d'acquisition du lithotype 4 se trouvent sur le versant sud des Pyrénées, ce qui indique l'existence d'un vaste territoire d'acquisition ou au moins de contacts au cours de cette phase plus récente du Magdalénien.

Au Magdalénien supérieur de l'Abri de Forcas I une réduction du territoire d'approvisionnement en matières premières et des changements dans les stratégies d'acquisition devient visible. Dans le cas des lithotypes 1 et 2, nous observons une diminution des pourcentages corticaux, ce qui indique que l'ablation de la quasi-totalité du cortex s'effectue à l'extérieur du site. Le lithotype 4 est encore exploité de façon récurrente, mais en proportions plus faible et arrive sur le site à l'état de module et support préconfiguré. Par ailleurs les silex du lithotype 3 continuent à apparaître ponctuellement comme apports exogènes des supports configurés et/ou outils.

Dans le Magdalénien supérieur de la Cova del Parco l'existence d'un vaste territoire d'approvisionnement en matières premières lithiques est observée. D'une part, nous avons détecté la présence de silex locaux (lithotype 2), apportés entant que nodules

taillés sur place et abandonnés tôt. Apparaissent aussi des silex régionaux exploités de manière récurrente : le lithotype 1, qui arrive au site comme modules préconfigurés dont les nucléus sont complètement épuisés, et le lithotype 4, exploité de façon récurrente mais en faible proportion. D'autre part, des silex exogènes ont été détectés. Les silex du lithotype 3, exploités de manière intensive et cela malgré que les sources soient situées sur le versant nord des Pyrénées, et les silex du lithotype 7 apportés ponctuellement sur le site, possiblement dû à un échange entre groupes.

Cependant, pour les niveaux du Magdalénien supérieur final de l'Abri de Forcas I, nous avons détecté une plus importante réduction du territoire d'approvisionnement. En effet, seuls des silex locaux et régionaux ainsi qu'une très faible quantité de silex exogènes, fruits d'une possible percolation de matériel au niveau sédimentaire, ont été retrouvés. Ces données peuvent être reliées à celles obtenues par Mangado (2002) dans son étude du Magdalénien supérieur final et de l'Épipaléolithique de la Cova del Parco, où une réduction du territoire d'acquisition au fur et à mesure qu'on allait vers des phases plus récentes fut aussi observée.

Le site magdalénien de Crès montre d'autres stratégies d'approvisionnement. D'une part, les ressources récurrentes situées sur un rayon d'exploitation régional (lithotype 1) sont exploitées, mais aussi des ressources provenant des sources exogènes (lithotype 3). D'autre part, d'autres ressources siliceuses placées dans un rayon régional sont exploitées uniquement de façon ponctuelle, peut-être en raison d'une moindre fréquentation de la zone géographique dans laquelle se trouvent ces ressources (lithotype 2).

Cette brève révision des stratégies d'acquisition et de gestion du silex développés par l'étude des sites pour les différentes étapes chronoculturelles montrent l'existence d'un territoire d'exploitation de matières premières lithiques divers pendant le Magdalénien. Nous avons tout d'abord observé comment le territoire d'exploitation de matières premières lithiques se réduit au fur et à mesure que nous allons vers des phases plus récentes. En effet, les niveaux du Magdalénien inférieur de Forcas I et surtout de Montlleó montrent l'existence d'un vaste territoire d'acquisition qui comprend les deux versants pyrénéens. Pendant le Magdalénien supérieur de l'Abri de Forcas I nous constatons une réduction du territoire exploité. Au contraire, pour la même période sur le site de la Cova del Parco, nous avons détecté un territoire d'une largeur

considérablement marquée et cela malgré avoir observé des stratégies d'exploitation similaires au site de Forcas I. Cette constatation pourrait être liée au fait que nous pourrions être face à des temps plus anciens du Magdalénien supérieur, comme cela a déjà été mentionné. Cette réduction territoriale est encore visible au Magdalénien supérieur final de l'Abri de Forcas I ou même de la Cova del Parco, où une plus grande régionalisation des groupes humains est détectée.

Ainsi, l'étude de l'analyse des matières premières lithiques de ces différents ensembles révèle l'existence de changements pour les différentes étapes du Magdalénien, en observant une correspondance avec ce qui montrent les études techno-typologiques de l'industrie lithique. Subséquemment, la circulation des matières premières d'haute qualité observée pendant le Magdalénien inférieur et surtout pendant le Magdalénien supérieur (ou phase un peu plus ancienne pour le site de la Cova del Parco) se correspond avec une homogénéité au niveau techno-typologique des industries lithiques. Cette homogénéité à la fois techno-typologique et en termes de matière première détectée dans les Pyrénées est une autre preuve de l'existence d'une région pyrénéenne homogène à la fin du Paléolithique supérieur.

D'autre part, nous avons observé l'existence de stratégies particulières qui cassent le schéma proposé précédemment. Peut-être est-ce dû à une régionalisation spécifique ou à la fonction du site, comme cela a été observé à Cova Alonsé. De plus, dans le versant nord des Pyrénées des stratégies différentes selon les sites étudiées semblent se développer. Ainsi, le Magdalénien supérieur de la Caune de Belvis partage de nombreuses caractéristiques avec la Cova del Parco ou l'Abri de Forcas I. Pourtant, les sites de Laa2 et Crès présentent des stratégies d'acquisition différentes, en raison peut-être de l'existence d'une régionalisation de l'espace géographique. Ainsi, les différences observées par rapport aux ressources exploitées pourraient être en relation avec l'existence d'une régionalisation regroupée sur un grand territoire pyrénéen centre-oriental comme le montrent les lithotypes retrouvés sur les autres sites étudiés et auquel les groupes de Laa2 et Crès ne seraient pas intégrés.

### **12.3 Mobilité humaine dans le territoire pyrénéen centre-oriental pendant le Magdalénien**

Une des raisons pour laquelle nous avons décidé de faire cette étude archéopétrologique était d'approfondir notre compréhension de la notion de territoire des groupes magdaléniens et de leur mobilité au sein de celui-ci. C'est pour cette raison que nous avons considéré trois objectifs reliés à cette thématique:

- **Analyser si les fleuves auraient pu être les axes qui ont déterminé la mobilité des groupes humains qui se sont installés dans les Pyrénées centre-orientales à la fin du Paléolithique supérieur en reliant les sites archéologiques avec les formations susceptibles d'avoir été exploitées.**
- **Approfondir nos connaissances du type de relation que les groupes humains ont eu avec l'espace géographique pyrénéen, avec le but de savoir si la Chaîne Pyrénéenne a joué un rôle important dans le développement des activités socio-économiques de ces communautés ou bien si elle était un espace de frontière qui séparait les groupes et, par conséquent, les traditions.**
- **Connaître quel était le territoire fréquenté de façon récurrente par les différents groupes humains et quel était celui qui l'était le moins et, par conséquent, où pourraient avoir eu lieu les échanges occasionnels de matériaux entre groupes.**

L'étude des matières premières lithiques des différents sites de notre corpus, hormis le fait d'améliorer nos connaissances concernant quelques stratégies d'acquisition et de gestion des ressources lithiques, nous permet également apporter de nouvelles données au sujet de la mobilité de ces groupes humains dans l'espace géographique mais aussi de l'appropriation de ce dernier et de sa conversion en territoire.

Rappelons qu'une zone géographique est définie par des caractéristiques strictement environnementales, tel que la flore, la faune, les ressources hydriques... Mais c'est uniquement quand se produit une appropriation de l'espace par des groupes humains, que l'on peut parler de l'existence d'un territoire. C'est à l'intérieur de ce territoire qu'ont lieu les activités économiques, sociales et symboliques de la communauté, telles que l'approvisionnement en matières premières lithiques ou l'échange de celles-ci entre groupes.

L'analyse des sept ensembles magdaléniens nous donne un aperçu de l'existence d'un vaste territoire pyrénéen centre-oriental caractérisé par de nombreuses variations au cours du Magdalénien. C'est ainsi que nous nous proposons de faire une description de ce qui est observé pour chaque site afin de, par la suite, pouvoir en faire une interprétation d'ensemble.

Le site de Montlleó est interprété comme étant un lieu de passage qui fut occupé pendant le Magdalénien inférieur par des générations successives. Son emplacement sur un monticule dans la vallée de la Cerdagne le place dans l'un des endroits les plus accessibles pour traverser les Pyrénées par la partie centre-orientale. La provenance des matières premières lithiques nous donne des informations sur d'où venaient et où allaient les groupes humains qui se sont installés sur le site, sans pouvoir aujourd'hui déterminer le sens de la marche. La présence dans le registre archéologique de silex dont les sources se trouvent sur le versant nord des Pyrénées (silex Bleu du Paléocène – selon ce que montrent les analyses par Diffraction aux Rayons X–, silex du Flysch du Crétacé et jaspes du Canigou) indique une des directions suivies par ces groupes humains. Depuis le Col de la Perche on accède au Têt d'où il est possible d'accéder à la zone des Corbières et ainsi d'exploiter les silex lacustres si abondants dans l'ensemble archéologique. Une autre option aurait été de tout simplement traverser le Col de la Perche pour arriver à la vallée de Querol et par là accéder à la région de l'Ariège, où ont été trouvés d'importants sites magdaléniens, par où ces groupes passeraient pour arriver au silex du Flysch. Au sud, l'exploitation des silex de la Formation Agua-Salenz révèle l'existence d'un contact au sud de la Chaîne Pyrénéenne, facilement accessible en suivant les montagnes qui connectent le Segre et Nogueras. En descendant par le Segre, ces groupes auraient pu exploiter les ressources siliceuses qu'offraient la Formation Castelltallat, Tremp ou Tartareu-Alberola et ainsi connecter avec ces premières chaînes prépyrénéennes, où se trouvent quelques sites magdaléniens. Enfin, la faible présence des silex de la Formation Coronas indique que, bien que de manière opportune ces groupes pourraient avoir traversé la Chaîne du Cadí pour trouver l'axe du Llobregat, ceci n'était pas le trajet habituellement utilisé par les groupes humains qui se sont installés à Montlleó.

L'occupation de Cova Alonsé pendant le Magdalénien inférieur s'envisage comme un site basé sur la chasse et la cueillette de certaines espèces suivant un cycle saisonnier. L'abri de Cova Alonsé serait une étape du circuit de mobilité de ces groupes

magdaléniens fréquentant de façon récurrente la Carrodilla et ses alentours pour exploiter, entre autres, leurs ressources lithiques.

À l'Abri de Forcas I a été documenté l'existence d'un vaste territoire d'exploitation de ressources pendant le Magdalénien inférieur, centré sur une acquisition préférentielle de silex locaux et régionaux, mais avec des contacts pyrénéens et transpyrénéens. Cependant, au fur et à mesure que nous avançons vers les étapes les plus récentes du Magdalénien, nous observons une réduction du territoire d'exploitation des matières premières lithiques des groupes qui se sont installés à Forcas I. Ce fait pourrait peut-être être lié à une plus grande régionalisation de ces groupes, tendance beaucoup plus accentuée au début de l'Holocène.

La Cova del Parco témoigne de la présence d'un large territoire d'approvisionnement en matières premières pendant le Magdalénien supérieur. La présence réitérée de silex du versant nord des Pyrénées sur ce site révèle l'existence d'un territoire homogène entre les deux versants à un moment avancé du Magdalénien. Cependant, le fait de trouver dans l'ensemble archéologique des silex si diversifiés et avec un rayon d'approvisionnement si large, renforcerait l'hypothèse d'attribution de ce site à des phases plus anciennes du Magdalénien. En effet, le Magdalénien moyen, spécialement sur le versant nord pyrénéen, a été considéré la période durant laquelle l'emprise territoriale était la plus étendue en comparaison aux autres périodes du Magdalénien avec notamment le développement d'un important réseau de matériaux lithiques (Langlais 2007). De prochaines datations et de futures fouilles sur le site apporteront de nouvelles données à cette théorie.

Sur le site de la Caune de Belvis nous avons documenté l'existence d'un vaste territoire d'acquisition qui inclurait aussi le versant sud des Pyrénées, en manifestant l'existence d'une circulation de matériaux lithiques aussi vers le sens Sud – Nord.

Les sites de Laa2 et Crès sont des cas différents. Les territoires d'approvisionnement des deux sites ne semblent pas être intégrés dans le territoire pyrénéen centre-oriental, car l'exploitation s'oriente vers d'autres cadres territoriaux (les Pyrénées occidentales pour Laa2 et le bassin du Rhône pour Crès).

Si on analyse les matières premières apparues dans les sept sites et la distribution des sources sur le territoire, on identifie l'existence de ce que nous pourrions appeler un

territoire pyrénéen centre-oriental. Ce territoire serait constitué d'une série de sites placés sur les deux versants de la Chaîne Pyrénéenne. Nous ne connaissons pas l'extension de ce territoire, mais nous pouvons indiquer que les gisements de Laa2 et Crès pourraient en marquer les frontières occidentales et orientales. Les deux sites présentent des stratégies d'acquisition de ressources qui sont loin de celles observées sur les autres sites. Ainsi, le site de Laa2 pourrait être intégré dans un territoire pyrénéen occidental, qui inclurait ces sites placés dans la partie la plus occidentale de la Chaîne Pyrénéenne. L'occupation de Crès devrait être intégrée dans un possible territoire du bassin du Rhône, comme en témoignent les matières premières exploitées, en ayant peu de rapport avec la région pyrénéenne. Le site de Cova Alonsé pourrait marquer la limite méridionale de ce territoire pyrénéen, car aucuns silex exogènes n'y furent identifiés.

Ce territoire pyrénéen centre-oriental serait caractérisé par une certaine régionalisation, reflétée au sein des ensembles archéologiques par l'exploitation principale des silex locaux et régionaux, mais avec des contacts récurrents entre les autres groupes de la même entité pyrénéenne, observé par l'apparition de silex exogènes dans l'ensemble archéologique. Dans certains cas, comme à la Cova del Parco, les silex exogènes apparaissent de façon récurrente, ce qui nous amène à exprimer l'idée de l'existence d'un territoire pyrénéen centre-oriental. Dans ce cas, les silex du Flysch d'Hibarette-Montgaillard ou Montsaunès arrivent régulièrement depuis le versant nord-pyrénéen. Ce fait prouverait l'existence des contacts répétés, soit par acquisition directe ou par échange entre groupes, avec le versant nord des Pyrénées. Il est probable que les rivières et les vallées fluviales auraient pu avoir un rôle important dans le mouvement des groupes humains par un espace géographique ayant d'importants accidents orographiques.

Les silex du Flysch d'Hibarette-Montgaillard constituent un marqueur lithologique qui a déjà été discuté dans le cinquième chapitre. Ce silex a eu une grande expansion territoriale pendant le Magdalénien. Cependant, cette expansion se produit principalement vers l'Est, atteignant la vallée de l'Ariège, selon ce qu'indiquent les études archéopétrologiques précédentes. À travers cette étude notre contribution a été de pouvoir y inclure des sites plus orientaux, comme la Caune de Belvis et les sites du versant sud des Pyrénées de Montlleó, la Cova del Parco et l'Abri de Forcas I. L'apparition de ce traceur lithologique sur ces sites révèle l'existence d'une même tradition culturelle dans laquelle ce lithotype pourrait jouer un rôle symbolique tant



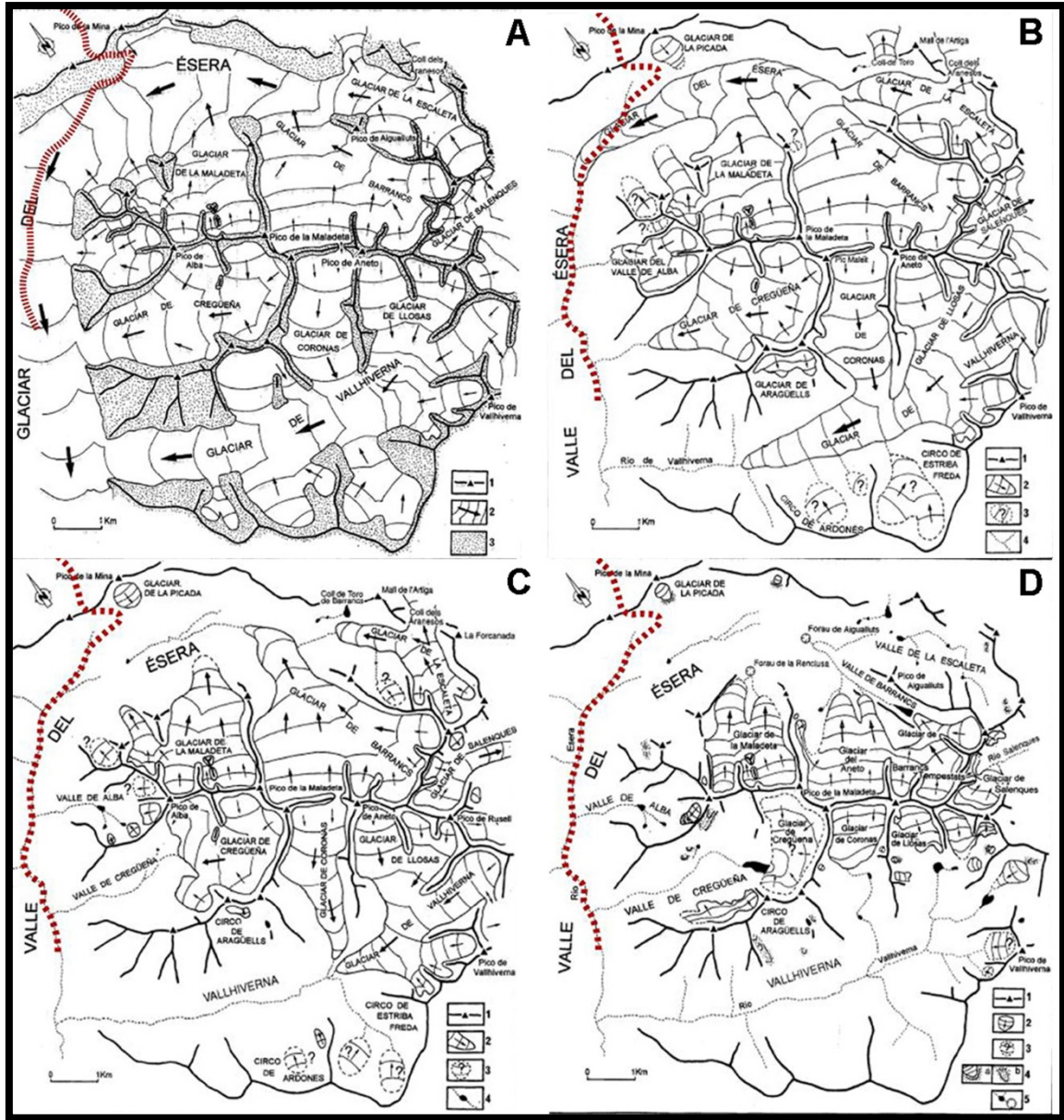
que signe d'appartenance à un même groupe. Comment expliquer autrement l'apparition récurrente de ce lithotype au Magdalénien de la Cova del Parco, en étant le troisième type de silex le plus exploité ?

Une fois l'existence d'une tradition culturelle similaire sur les deux versants des Pyrénées centre-orientales révélée, nous avons pu nous demander quelles voies de transit d'idées, matières et personnes auraient pu être utilisées à la fin du Paléolithique supérieur final pyrénéen. En plus du passage par le Col de la Perche, le plus accessible et peut-être le plus utilisé, d'autres chemins auraient pu être empruntés pour franchir les Pyrénées par sa partie centre-orientale.

Nous avons pris ici l'exemple de Port de Benasque en étudiant sa viabilité potentielle comme passage pendant le Tardiglaciaire. Celui-ci présente des preuves de transit, au moins depuis la Préhistoire récente (poteries de l'Age du Bronze trouvées dans la Grotte de la Ubaga) (Ona *et al.* 2006 : 17, Calastrenc et Ona 2005 : 38-39). Une étude de Copons et Bordonau (1997) sur le dernier cycle glaciaire dans le massif de la Maladeta expose l'évolution de la régression des glaciers dans cette zone depuis 50.000 BP à nos jours (fig. 431) :

- Pendant le dernier maximum glaciaire du Pléistocène, auquel Bordonau a attribué un âge compris entre 50.000 et 45.000 ans BP, le glacier de l'Ésera avait une longueur de 36 km et une épaisseur maximale de glace de 900 m à Benasque, ce qui était suffisant pour recouvrir toute la vallée de glace. Plus tard, lors de la Phase de Stabilisation Post-Maximum (46.000 – 31.000 BP) l'étendue du glacier diminua de façon significative. Puis, dans la Phase des Glaciers de Vallée (vers 26.000 BP) l'étendue du glacier de l'Ésera se réduisit considérablement, ce qui a permis la déconnexion du glacier d'avec les principaux affluents glaciers.
- Dans la Phase de Glaciers d'Altitude deux épisodes ont été différenciés. Lors de la première phase, appelée Glaciers de Vallée en Altitude (16.000 – 15.000 BP), les glaciers de la Maladeta ont connu un revers majeur, en laissant la vallée de l'Ésera pratiquement libre de glace. Depuis lors et jusqu'à la deuxième étape, appelée Glaciers de Cirque (14.000 – 13.000 BP) une retraite notable des glaciers a été détectée, ce qui a laissée la vallée de l'Ésera complètement libre de glace et donc praticable au moins pendant les périodes les plus chaudes de

l'année. Enfin, la Phase Glaciers Rocheux (11.000 – 10.000 BP) s'est caractérisée dans les Pyrénées par la présence de glaciers rocheux, qui en aucun cas empêchaient un possible passage depuis la vallée de l'Ésera vers le Port de Benasque.



**Fig. 431** – Evolution des glaciers dans les montagnes de Maladeta. A: 50.000 – 16.000 BP; B: 16.000 – 15.000 BP; C: 14.000 – 13.000 BP; D: 11.000 – 10.000 BP. En rouge, le passage naturel pour traverser le Port de Benasque.

Source : Copons et Bordonau 1997. Modifiées.

Dans les lignes précédentes nous avons voulu exposer un exemple de l'un des passages pyrénéens qui contient aujourd'hui des références d'occupation, au moins depuis la Préhistoire récente et qui, comme nous l'avons vu, aurait pu être franchi lors des

périodes chaudes des phases les plus récentes du Magdalénien. Par cet exemple nous voulons seulement montrer la probabilité que, en plus de celui du Col de la Perche, d'autres passages auraient pu être utilisés pour franchir la Chaîne Pyrénéenne centre-orientale.

Une fois la possibilité d'une circulation humaine observée dans les Pyrénées centre-orientales au-delà du passage par le Col de la Perche après la déglaciation de la Chaîne Pyrénéenne, s'ouvrent maintenant de nouveaux axes de travail pour comprendre la mobilité humaine dans ces zones de montagne et approfondir nos connaissances des dimensions et caractéristiques de ce territoire pyrénéen centre-oriental qui maintenant attire notre attention. Pour ce faire, nous devons accroître les travaux de prospection dans ces zones de passage en considérant l'affectation de la déglaciation au cours du Tardiglaciare.

L'analyse des matières premières lithiques des sept ensembles étudiés d'après l'Archéopétrologie a permis de savoir que pendant le Magdalénien les Pyrénées centre-orientales ont fonctionné comme un territoire homogène, où le mouvement de matériaux, personnes et idées était constante. Les techniques telles que la Fluorescence par Rayons X (XRF) et la Spectrométrie de Masse Couplée à un Plasma Inductif par Ablation Laser (LA-ICP-MS) pour l'analyse des éléments majeurs, traces et ultra-traces des silex seront sans doute des outils clés pour une analyse plus en détail. En effet, c'est seulement ainsi que nous améliorerons notre compréhension des groupes humains qu'à la fin du Paléolithique supérieur se sont installés dans les Pyrénées.

## 13. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

### A

ALBERT, R.M., MANGADO, X. y CALVO, M., 1997, Raw materials supplies, microusewear and phytolith analysis of the lithic industry in level II of Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Spain), en SCHILD, R. y SULGOSTOWSKA, Z. (Eds.), *Man & Flint. Proceedings of the VIth International Flint Symposium*, Polish Academy of Science, Warsaw, 161-166.

ALONSO, A.M., 2010, Petrología sedimentaria. Notas de teoría, *Reduca (Geología). Serie Petrología Sedimentaria*, 2, 113-116.

ÁLVAREZ, E., 2002, Ejemplares perforados del gasterópodo *Homalopoma* durante el Paleolítico Superior en Europa Occidental, *Cypsela*, 14, 43-54.

ANADÓN, P., CABRERA, L., COLLDEFORNIS, B. y SÁEZ, A., 1989, Los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro, *Acta Geológica Hispánica*, 3-4 (24), 205-230.

AULY, T., 2008, Quelques morphologies de rapport karst/glaciaire dans les Pyrénées (France), en TYE, A. y STEFANIAK, K., *Karst and Cryokarst*, Studies of the Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, 129-154.

### B

BADÍA, M., 1998, *Estadilla, cabeza de la baronía de Castro*, Ayuntamiento de Estadilla, Estadilla.

BARCA, D., LUCARINI, G. y FEDELE, F.G., 2012, The provenance of obsidian artifacts from the Wadi Ath-Thayyilah 3 Neolithic site (Eastern Yemen Plateau) by LA-ICP-MS, *Archaeometry*, 54 (4), 603-622.

BARRAGUÉ, J., BARRAGUÉ, E., JARRY, M., FOUCHER, P. y SIMONNET, R., 2001, Le silex du Flysch de Montgaillard et son exploitation sur les ateliers du Paléolithique supérieur à Hibarette (Hautes-Pyrénées), *Paléo*, 13, 29-51.

- BELLOT-GURLET, L., POUPEAU, G., SALOMON, J., CALLIGARO, T., MOLGNARD, B., DRAN, J.C., BARRAT, J.A. y PICHON, L., 2005, Obsidian provenance studies in archaeology : a comparison between PIXE, ICP-AES and ICP-MS, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B Beam Interactions with Materials and Atoms*, 240 (1-2), 583-588.
- BELLOT-GURLET, L., DORIGHEL, O. y POUPEAU, G., 2008, Obsidian provenance studies in Colombia and Ecuador: obsidian sources revisited, *Journal of Archaeological Science*, 35 (2), 272-289.
- BERGADÀ, M. M., 1998, *Contribució a l'estudi geoarqueològic dels assentaments prehistòrics del pleistocè superior i l'holocè inicial a Catalunya*, British Archaeological Reports, Oxford, 268 p.
- BILOTTE, M. y ANDREU, B., 2006, Les marnes d'Auzas (Maastrichtien supérieur sous-pyrénéen). Stratigraphie et paléoenvironnements, association d'ostracodes, *Revista Española de Micropaleontología*, 38, 309-320.
- BINDER, D., 1998, Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provençal, en D'ANNA, A. y BINDER, D. (Dir.), *Production et identité culturelle. Actualité de la recherche. Actes de la deuxième session, Arles (Bouches-du-Rhône) 8 et 9 novembre 1996*, Antibes, 111-128.
- BINFORD, L., 1980, Willow Smoke and Dog's tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation, *American Antiquity*, 45, 4-20.
- BISCHOFF, J.L. y LONG, A., 2002, Datation au radiocarbon d'ossements de l'horizon tardomoustérien de la grotte de Belvis (Aude), *Préhistoires méditerranéennes*, 10-11, 1-4.
- BOGGS, S., 2009, *Petrology of sedimentary rocks*, Cambridge University Press, Cambridge, 600 p.
- BON, F. (Coord.), 2002, Les ressources en silex de la Chalosse centrale : gîtes et ateliers du dôme diapir de Bastennes - Gaujacq et de l'anticlinal d'Audignon, en CAZALS, N. (Dir.), *Comportements techniques et économiques des sociétés du*

- Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen*, Projet Collectif de Recherche 2002, SRA Midi-Pyrénées, 47-63.
- BON, F., CHAUVAUD, D., DARTIGUEPEYROU, S., GARDÈRE, P.-H. y MENSAN, R., 1996, La caractérisation du silex de Chalosse, *Antiquités Nationales*, 28, 33-38.
- BRESSY, C., 2003, *Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du nord-ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique*, BAR International Series, 1114, Oxford, 295 p.
- BRESSY, C., BURKE, A., CHALARD, P. y MARTIN, H. (Dir.), 2006, *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, ERAUL, 116, 169 p.
- BREUIL, H., 1913, Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification, *Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques*, Genève 1912, Compte-rendu 14<sup>e</sup> session, 165-238.
- BRIAND, T., 2010, Le projet de Lithothèque Midi-Pyrénées : état d'avancement et perspectives, *Les cahiers de Geopré*, 1, 19-27.
- BRIOIS, F., 2005, *Les industries de pierre taillée néolithiques en Languedoc Occidental*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 20, Lattes, 341 p.
- BUIL, M., 2007, Geología del Cinca Medio, en SANZ, J. (Coord.), *Comarca del Cinca Medio*, Col. Territorio 26, Gobierno de Aragón, Zaragoza, 21-30.
- BUSTILLO, M.A., 1983, Minerales de la sílice en ambiente sedimentario: Estudio y aplicaciones, *Industria minera*, 230, 27-33.
- BUSTILLO, M.A., 2002, Aparición y significado de la moganita en las rocas de la sílice: una revisión, *Journal of Iberian Geology*, 28, 157-166.
- BUSTILLO, M.A., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.L., ALONSO-ZARZA, A. y FURIO, M., 2012, Moganite in the Chalcedony varieties of continental cherts (Miocene, Madrid Basin, Spain), *Spectroscopy Letters*, 45 (2), 109-113.
- BUTZER, K.W., 1989, *Arqueología – Una ecología para el hombre. Método y teoría para un enfoque contextual*, Ed. Bellaterra, Barcelona, 334 p.

## C

- CABRERA, M., 1999, *Estudi dels biomarcadors de conques altament reductores*, Tesis Doctoral Inédita, UPC – Escola Universitària Politècnica de Manresa, 412 p.
- CALASTRENC, C. y ONA, J.L., 2005, *Excavaciones arqueológicas Llanos del Hospital (Benasque, Huesca). Informe de la excavación de la estructura 114a*, Fundación Hospital de Benasque, 61 p.
- CALVET, F., PLAYÀ, E., GIMÉNEZ-MONTSANT, J. y PERMANYER, A., 2007, Fifth-order cyclicity and organic matter contents relationship (Lower Eocene, Pyrenees), *Geologica Acta*, 5 (1), 59-75.
- CALVET, M., 2004, The Quaternary glaciation of the Pyrenees, en EHLERS, J. y GIBBARD, P. (Eds.), *Quaternary glaciations – Extent and Chronology*, Developments in Quaternary Science, 2, 129-143.
- CALVET, M., DELMAS, M., GUNNEL, Y., BRAUCHER, R. y BOURLÈS, D., 2011, Recent advances in research on Quaternary glaciations in the Pyrenees, en EHLERS, J., GIBBARD, P.L. y HUGUES, P.D., *Quaternary glaciations – Extent and Chronology*, Developments in Quaternary Science, 15, 127-139.
- CALVO, M., 1997, Análisis funcional y actividades documentadas en el nivel II de la cueva del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera), *Pyrenae*, 28, 9-23.
- CALVO, M., 2001, *Análisis funcional de la Cueva del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida): una aproximación a través de los análisis funcionales de la industria lítica y los sistemas de información geográfica (SIG)*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de Barcelona, 1465 p.
- CALVO, M., 2004, *La memoria del útil. Análisis funcional de la industria lítica de la cueva del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)*, Monografías del SERP, 5, 260 p.
- CARBONELL, E., SALA, R. y CEBRIÀ, A., 1997, *El taller de jaspis del Morrot de Montjuic: els primers indicis de protomineria al Paleoestuari del Llobregat*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 83 p.

- CARTER, T., POUPEAU, G., BRESSY, C. y PEARCE, N.J., 2006, A new programme for obsidian characterization at Çatal höyük, Turkey, *Journal of Archaeological Science*, 33 (7), 893-909.
- CARTER, E., HARGREAVES, M.D., KONONENKO, N., GRAHAM, I., EDWARDS, H., SWARBRICK, B. y TORRENCE, R., 2009, Raman spectroscopy applied to understanding Prehistoric Obsidian Trade in the Pacific Region, *Vibrational Spectroscopy*, 50 (1), 116-124.
- CAUS, E., GÓMEZ-GARRIDO, A., SIMÓ, A. y SORIANO, K., 1993, Cenomanian-Turonian platform to basin integrated stratigraphy in the South Pyrenees (Spain), *Cretaceous Research*, 14, 531-551.
- CAUS, E., TEIXELL, A. y BERNAUS, J.M., 1997, Depositional model of a Cenomanian-Turonian extensional basin (Sopeira Basin, NE Spain): interplay between tectonics, eustasy and biological productivity, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129, 23-36.
- CHALARD, P., BON, F., BRUXELLES, L., DUCASSE, S., TEYSSANDIER, N., RENARD, C., GARDERE, P., GUILLERMIN, P., LACOMBE, S., LANGLAIS, S., MENSAN, R., NORMAND, C., SIMONNET, R. y TARRIÑO, A., 2010, Chalusse Type Flint : Exploitation and Distribution of a Lithological Tracer during the Upper Paleolithic, Southern France, en BREWER-LAPORTE, M., BURKE, A. y FIELD, D., *Ancient Mines and Quarries : a transatlantic perspective. Conference Ancient Mines and Quarries, a transatlantic perspective*, 13-22.
- CHOQUETTE, P.W. y PRAY, L.C., 1970, Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates, *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 54 (2), 207-250.
- CINTA, S., POP, D. y NEMETH, L., 2008, FT-Raman and FT-Infrared investigations of archaeological artifacts from Foeni Neolithic site (Bana, Romania), *Studia Universitatis Babeş-Bolyai. Geologia*, 53 (1), 31-37.
- CLEMENTE, I, 1997, Thermal alterations of flint implements and the conservation of microwear polish : preliminary experimental observations, en RAMOS-MILLÁN, A. y



BUSTILLO, M.A. (eds.), *Siliceous rocks and culture*, Monografía Arte y Arqueología, Universidad de Granada, 525-535.

COPONS, R. y BORDONAU, J., 1997, El último ciclo glaciario (Pleistoceno superior – Holoceno) en el macizo de la Maladeta (Pirineos centrales), *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10 (1-2), 55-66.

COLOGNE, D., CHALARD, P., BILOTTE, M., DUCASSE, S. y PLATEL, J.-P., 2011, Nouvelle découverte d'un gîte à silex à *Lepidorbitoides* dans le Sud-Ouest de la France (Saint-Aubin, Gers) et implications archéologiques, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 8 (3), 561-578.

## **D**

DACHARY, M., 2002, *Le Magdalénien des Pyrénées*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Paris X, 314 p.

DÉLIBRIAS, G., GUILLIER, M.T., EVIN, J. y CHÉVALIER, J., 1987, Sommaire des datations <sup>14</sup>C concernant la Préhistoire en France III. Dates effectuées de 1979 à fin 1984, *Bulletin de la Société Préhistorique française*, 87 (7), 207-233.

DELMAS, M., CALVET, M., GUNNELL, Y., BRAUCHER, R. y BOURLÈS, D., 2011, Palaeogeography and <sup>10</sup>Be exposure-age chronology of Middle and Late Pleistocene glacier systems in the northern Pyrenees: Implications for reconstructing regional palaeoclimats, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 305, 109-122.

DELMAS, M., CALVET, M., GUNNELL, Y., BRAUCHER, R. y BOURLÈS, D., 2012, Les glaciations quaternaires dans les Pyrénées ariégeoises: approche historiographique, données paléogéographiques et chronologiques nouvelles, *Quaternary*, 23 (1), 61-85.

DEMARS, P.Y., 1982, *L'utilisation du silex au Paléolithique Supérieur : Choix, Approvisionnement, Circulation. L'exemple du Bassin de Brive. Cahiers du Quaternaire 5*, CNRS, París, 263 p.

DJINDJIAN, F., 2005, Approvisionnement en matières premières dans le Paléolithique supérieur d'Europe occidentale : méthodes et résultats, *Archeometriai Műhely*, 4, 1-16.

DUMAIS, P., POIRIER, J. y ROUSSEAU, G., 1987, Application de la géomorphologie structurale à l'étude des potentiels archéologiques, *Archéologiques*, 1, Association des Archéologues du Québec.

DUMONTIER, P., COURTAUD, P., FERRIER, C., ARMAND, D., RÉCHIN, F., NORMAND, C. y PÉTILLON, J.M., 2006, *Grotte de Laa2, Commune d'Arudy (Pyrénées Atlantiques), Rapport de fouilles programmés*, Direction Régionale des affaires culturelles d'Aquitaine, Service Régional de l'Archéologie, 86 p.

DUMONTIER, P., ARMAND, D., THI-MAI, B., MARTICORENA, P., MISTROT, V., NORMAND, C., PÉTILLON, J.M., RÉCHIN, F., VALDEYRON, N. y VERGEOT, H., 2009, *Grotte de Laa2, Commune d'Arudy (Pyrénées Atlantiques), Rapport de synthèse des fouilles programmés 2007-2009*, Direction Régionale des affaires culturelles d'Aquitaine, Service Régional de l'Archéologie, 200 p.

DUMONTIER, P., ARMAND, D., BIROUSTE, C., FERRIER, C., LANGLAIS, M., LAROULANDIE, V., MIQUEOU, M., MISTROT, V., NORMAND, C., PÉTILLON, J.M., VALDEYRON, N y VERGEOT, H., 2010, *Grotte de Laa2, Commune d'Arudy (Pyrénées Atlantiques), Rapport de fouilles programmés*, Direction Régionale des affaires culturelles d'Aquitaine, Service Régional de l'Archéologie, 129 p.

DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional textures, en HAM, W.E. (Ed.), *Classification of carbonate rocks*, American Association of Petroleum Geologists, 1, 108-121.

## E

EIXEA, A., ROLDÁN, C., VILLAVERDE, V. y ZILHAO, J., 2014, Middle Palaeolithic Flint procurement in Central Mediterranean Iberia: Implications for human mobility, *Journal of Lithic Studies*, 1, 103-115.

ESPARZA, R., TENORIO, D., JIMÉNEZ-REYES, M., MURILLO, G. y TORRES-MONTES, L., 2001, Provenance of obsidian artifacts studied by PIXE from Lagunillas,

an archaeological site in Michoacán, México, *International Journal of PIXE*, 11 (1-2), 1-9.

ÉGÜEZ, N., 2011, *Primera aproximación al estudio de las estructuras de combustión prehistóricas. Estudio de caso La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)*, Trabajo Final de Máster, Universitat de Barcelona, 169 p.

EKSHTAIN, R., MALINSY-BULLER, A., ILANI, S., SEGAL, I. y HOVERS, A., 2014, Raw material exploitation around the Middle Palaeolithic site of Ein Qashish, *Quaternary International*, 331, 248-266.

ESTRADA, A., TEJERO, J.M., MANGADO, X., PETIT, M.A., FULLOLA, J.M., ESTEVE, X. y BARTROLÍ, R., 2010, From the Mediterranean Sea to the Segre river: manipulated shells from Magdalenian levels of Parco's cave (Alòs de Balaguer, Lleida, Spain), *Munibe*, 31, 70-77.

EVANS, A.A., WOLDRAMM, Y.B., DONAHVE, R.E. y LOVIS, W.A., 2007, A pilot study of black chert sourcing and implications for assessing hunter-gatherer mobility strategies in Northern England, *Journal of Archaeological Science*, 34 (12), 2161-2169.

## **F**

FERNANDES, G. y DIAS, L.J., 2012, Arqueometría: mirada histórica de una ciencia en desarrollo, *Revista CPC*, 13, 107-133.

FERNANDES, P. y RAYNAL, J.P., 2010, Silex : une pétroarchéologie refondée, *Les cahiers de Géopré*, 1, 68-81.

FERNANDES, P., 2012, *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Bordeaux, 623 p.

FERNANDES, P., MORALA, A., SCHMIDT, P., SÉRONIE-VIVIEN, M.-R. y TURQ, A., 2012, Le silex du Bergeracois : état de la question, *Quaternaire Continental d'Aquitaine*, excursion AFEQ-ASF 2012, 22-33.

FLOSS, H., 2014, Rivers as orientation axes for migrations, exchange networks and transmission of cultural traditions in the Upper Palaeolithic of Central Europe, en

- YAMADA, M. y ONO, A., *Lithic raw material exploitation and circulation in Prehistory. A comparative perspective in diverse palaeoenvironments*, ERAUL, 138, 11-22.
- FORTEA, J., 1973, *Los complejos microlaminares y geométricos del Epipaleolítico mediterráneo español*, Tesis Doctoral Inédita, Universidad de Salamanca, 545 p.
- FOUCHER, P., 2004, *Les industries lithiques du complexe Gravettien-Solutréen dans les Pyrénées*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Toulouse, 334 p.
- FRITZ, C. y TOSELLO, G., 2004, Marsoulas: une grotte ornée dans son contexte culturel, en LEJEUNE, M. y WELTÉ, A.C. (Dir.), *L'art du Paléolithique supérieur*, ERAUL, 107, 55-68.
- FULLOLA, J.M., 2001, Recherches sur le Paléolithique supérieur dans le nord-est ibérique : la Catalogne, en NOIRET, P. (Ed.), *Le Paléolithique supérieur européen. Bilan quinquennal 1996-2000. XIV Congrès UISPP (Liège 2001)*, ERAUL, 97, 141-148.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X., ESTRADA, A. y NADAL, J., 2006, Comunidades humanas y circulación de recursos, bióticos y abióticos, en el Paleolítico superior del noreste de la Península Ibérica, *Zephyrus*, 59, 89-96.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X. y ESTRADA, A., 2007, Circulation des matières premières lithiques et des coquillages dans le Paléolithique supérieur du nord-est ibérique, *La notion de mobilité dans les sociétés préhistoriques*, CTHS, 57-66.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X., TEJERO, J.M., PETIT, M.A., BERGADÀ, M.M., NADAL, J., GARCÍA-ARGÜELLES, P., BARTROLÍ, R. y MERCADAL, O., 2012, The Magdalenian in Catalonia, *Quaternary International*, 272-273, 55-74.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X., TEJERO, J.M. y PETIT, M.A., 2013, *Memòria de les excavacions arqueològiques a la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera)*, Memoria inédita de excavación, 92 p.
- FULLOLA, J.M., MANGADO, X., TEJERO, J.M. y PETIT, M.A., 2013, *Informe de la campanya 2013 a la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)*, Informe inédito de excavación, 36 p.

## G

GARCÍA-RUIZ, J.M., MORENO, A., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO, B. y MARTÍ, C., 2010, La cronología del último ciclo glacial en las montañas del sur de Europa. Una revisión, *Revista Cuaternario y Geomorfología*, 24 (1-2), 35-46.

GARCÍA-SENZ, J., 2002, *Cuencas extensivas del Cretácico Inferior en los Pirineos centrales. Formación y subsecuente inversión*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de Barcelona, 310 p.

GAUTHIER, G. y BURKE, A.L., 2011, The effects of Surface weathering on the geochemical analysis of archaeological lithic samples using non-destructive polarized energy dispersive XRF, *Geoarchaeology: An International Journal*, 26 (1), 269-291.

GAUTHIER, G., BURKE, A.L. y LECLERC, M., 2012, Assessing XRF for the geochemical characterization of radiolarian chert artifacts from northeastern North America, *Journal of Archaeological Science*, 39 (7), 2436-2451.

GAZZOLA, J., SÁNCHEZ, M., SOLÍS, C. y CALLIGARO, T., 2009, Particle-Induced X-ray emission (PIXE) analysis of obsidian from Teotihuacan, *Archaeometry*, 52 (3), 343-354.

GENESTE, J.M., 1992, L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithique : la dimension spatiale de la technologie, en MORA, R., TERRADAS, X. y PARPAL, A. (Eds.), *Tecnología y cadenas operativas líticas*, Treballs d'Arqueologia, 1, Bellaterra, 1-36.

GENESTE, J.M., 2004, Mobilité des matières premières siliceuses et mobilité territoriale au Paléolithique supérieur, en *Abstracts book of Xth Annual Meeting of the European Association of Archaeologist*, 167.

GIMÉNEZ-MONTSANT, J., CALVET, F. y TUCKER, M.E., 1999, Silica diagenesis in Eocene shallow-water platform carbonates, southern Pyrenees, *Sedimentology*, 46, 969-984.

GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., GARCÍA-RUIZ, J.M., VALERO, B. Y MARTÍ, C., 2004, La turbera de El Portalet y su significado en la deglaciación del Pirineo, en

PEÑA, J.L., LONGARES, L.A. y SÁNCHEZ, M. (Eds.), *Geografía física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*, Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 85-94.

GRÉGOIRE, S., 2000, *Origine des matières premières des industries lithiques du Paléolithique pyrénéen et méditerranéen. Contribution à la connaissance des aires de circulations humaines*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Perpignan, 246 p.

GRÉGOIRE, S., 2009, Nature des roches et aires d'approvisionnement en matière première des industries lithiques archaïques des premiers habitants de l'Europe. Exploitation des territoires, *L'anthropologie*, 113, 168-177.

GRÉGOIRE, S. y BAZILE, F., 2005, La diffusion du silex des Costières du Gard au Paléolithique supérieur, *CR Paléovol*, 4, 413-419.

GRÉGOIRE, S., BAZILE, F., BOCCACCIO, G., MENRAS, C., POIS, V. y SAOS, T., 2009, Ressources lithiques en Languedoc-Roussillon et territoires d'exploitations au Paléolithique supérieur, *Les cahiers de Géopré*, 1, 12-18.

GOMIS, E., 1997, *Precisión sobre la magnetoestratigrafía de las sucesiones del Oligoceno superior – Mioceno inferior en los valles del Cicna, Segre y Ebro (sector SE de la Cuenca del Ebro, provincias de Lleida, Zaragoza y Huesca)*, Tesis de Licenciatura Inédita, Universitat de Barcelona, 93 p.

## **H**

HASSLER, E.R., SWIHART, G.H., DYE, D.H. y LI, Y.S., 2013, Non-destructive provenance study of chert using infrared reflectance spectroscopy, *Journal of Archaeological Science*, 40 (4), 2001-2006.

HAWKINS, A.L., TOURIGNY, E., LONG, D.G., JULIG, P.J. y BURSEY, J., 2008, Fourier Transform Infrared Spectroscopy to Geological and Archaeological chert from Southern Ontario, *North American Archaeologist*, 29 (3), 203-224.

**I**

IBÁÑEZ, J.J. y GONZÁLEZ, J., 2002, La organización espacial de la producción y uso del utillaje de piedra en Berniollo, en CLEMENTE, I., RISCH, R. y GIBAJA, J.F. (Coord.), *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*, 173-186.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2001, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Isona*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2002, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Sant Salvador de Toló*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2003, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Llimiana*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2004, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Figuerola de Meià*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2004, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Vilamitjana*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2006, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Peramola*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2007, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Calladrons / Sant Esteve de la Sarga*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2007, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Vilanova de Meià*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2008, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Àger*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2009, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Tremp*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Aramunt*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Benavarrí / El Pont de Montanyana*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Espills*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Oliana*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Os de Balaguer*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2012, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Areny*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2012, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, el Pont de Suert*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2013, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, La Pobla de Lillet*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.



INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2014, *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Camarassa*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, 2010, *Atles Geològic de Catalunya 1 :50.000*, Ed. Institut Geològic de Catalunya y Institut Cartogràfic de Catalunya.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1943, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Barbastro (hoja 287), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1953, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Artesa de Segre (hoja 328), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1959, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Benabarre (hoja 289), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1971, *Mapa Geológico de España, 1:200.000, 23, Huesca*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1974, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Pons (hoja 329), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1982, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Liena (hoja 147), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1982, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Broto (hoja 178), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1982, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Bielsa (hoja 179), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1990, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Sallent (hoja 145), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1990, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Bujaruelo (hoja 146), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994a, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Tremp (hoja 252), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994b, *Mapa Geológico de España 1:50.000, La Pobla de Lillet (hoja 255), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994c, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Ripoll (hoja 256), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994d, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Olot (hoja 257), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994e, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Figueres (hoja 258), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1994f, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Berga (hoja 293), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1995, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Puigcerdà (hoja 217), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1998, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Balaguer (hoja 359), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2001, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Benasque (hoja 180), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2006, *Mapa Geológico de España 1:50.000, Os de Balaguer (hoja 327), serie Magna*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2009, *Mapa Geológico de España 1:50.000, El Pont de Suert (hoja 213), serie Magna*, Ed. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.

INIZIAN, M.L., REDURON, M., ROCHE, H. y TIXIER, J., 1995, *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, CREP/CNRS, 201 p.

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, 1997, *Diccionari de Geologia*, Enciclopedia Catalana, Barcelona.

## **K**

KELLOWAY, S.J., KONONENKO, N., TORRENCE, R. y CARTER, E.A., 2010, Assessing the viability of portable Raman spectroscopy for determining the geological source of obsidian, *Vibrational Spectroscopy*, 53 (1), 88-96.

KILIKOGLU, V., BASSIAKOS, Y., DOONAN, R.C. y STRATIS, J., 2005, NAA and ICP analysis of obsidian from Central Europe and the Aegean: Source characterisation and provenance determination, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 216 (1), 87-93.

KNIGHT, C., CUÉLLAR, A., GLASCOCK, M., HALL, M y MOTHEs, P., 2011, Obsidian source characterization in the Cordillera Real and eastern piedmont of the North Ecuadorian Andes, *Journal of Archaeological Science*, 38 (5), 1069-1079.

KUHN, S.T., 2002, Economies de matèria primera lítica, proveïment tecnològic i dinàmiques socials, *Cota Zero*, 17, 56-66.

## L

LACOMBE, S., 1998, *Préhistoire des groupes culturels au Tardiglaciaire dans les Pyrénées centrales. Apports de la technologie lithique*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Toulouse, 385 p.

LACOMBE, S., 1999, Stratégies d'approvisionnement en silex au Tardiglaciaire. L'exemple des Pyrénées centrales françaises, *Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 53, 223-266.

LACOMBE, S., 2005, Territoires d'approvisionnement en matières premières lithiques au Tardiglaciaire. Remarques à propos de quelques ensembles pyrénéens, en JAUBERT, J. y BARBAZA, M. (Dir.), *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, Toulouse 2001, CTHS, 329-353.

LANGLAIS, M., 2002, *Le Crès (Béziers, Hérault). Un site magdalénien de plein air en Languedoc central. Étude du matériel en silex*. Memoria de Máster, Université de Toulouse.

LANGLAIS, M., 2004, Étude techno-économique comparative des productions lamellaires au Magdalénien : l'exemple du Languedoc méditerranéen et de la Catalogne, *Pyrenae*, 35 (1), 45-73.

LANGLAIS, M., 2007, *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Èbre*, Tesis Doctoral Inédita, Université de Toulouse, 552 p.

LANGLAIS, M., 2007, Des identités qui se cherchent... Apports des industries lithiques à la question de l'origine du Magdalénien moyen dans le Sud-Ouest européen, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104 (4), 759-770.

LANGLAIS, M., 2009, Chronologie et territoires au magdalénien entre le Rhône et l'Èbre : l'exemple des armatures lithiques, *Palethnologie*, 1, 220-249.

LANGLAIS, M., 2010, *Les sociétés magdaléniennes de l'Isthme pyrénéen*, CTHS, collection Documents Préhistoriques, 26, 340 p.

LANGLAIS, M., BON, F., SELLAMI, F., LOISON, G y CONVERTINI, F., 2005, Récente découverte d'une occupation de plein air magdalénienne dans le Languedoc : le site du Crès à Béziers (Hérault), en BRACCO, J.P. y MONTOYA, C. (Eds.), *D'un monde à l'autre. Les systèmes lithiques pendant le Tardiglaciaire autour de la Méditerranée nord-occidentale*. Société Préhistorique Française, Memoire XL, 57-65.

LANGLAIS, M. y MANGADO, X., 2007, Le Magdalénien entre le Rhône et l'Ebre : des frontières naturelles et culturelles vécues par les préhistoriques et perçues par les préhistoriens ?, en CAZALS, N., GONZÁLEZ, J.E. y TERRADAS, X. (Coord.), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, 143-163.

LANGLAIS, M. y SACCHI, D., 2006, Notes sur les matières premières siliceuses exploitées par les Magdaléniens de la Grotte Gazel (Aude, France), en BRESSY, C., BURKE, A., CHALARD, P. y MARTIN, H. (Dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen. Actes des sessions présentées au Xe congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004)*, ÉRAUL, 71-75.

LAPLACE, G., 1974, La typologie analytique et structurale: base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses, en BORILLO, M. y GARDIN, J.C. (Eds.), *Banques de données archéologiques*, Colloques Nationaux du CNRS, 91-143.

LIÑÁN, E., 1978, *Geología de Aragón*, Guara, Zaragoza, 124 p.

## M

MALAINÉY, M.A., 2011, *A consumer's guide to archaeological science. Analytical techniques*, Springer, 603 p.

MANDADO, J. y TILO, M.A., 1995, Análisis de las materias primas líticas utilizadas en el yacimiento de Olvena, *Bolskan*, 12, 87-103.

MANGADO, X., 2002, *La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos líticos abióticos en la Prehistoria de Cataluña: El Paleolítico Superior Final y el Epipaleolítico*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de Barcelona, 425 p.

MANGADO, X., 2004, *L'arqueopetrologia del sílex. Una clau per al coneixement paleoeconòmic i social de les poblacions prehistòriques*, Societat Catalana d'Arqueologia, Barcelona, 116 p.

MANGADO, X., 2005, *La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña: las materias primas silíceas del Paleolítico Superior Final y el Epipaleolítico*. BAR International Series 1420, Oxford, 205 p.

MANGADO, X., 2006, Flint sources and petrographical identification in the Late Magdalenian and Epipalaeolithic levels from Parco Cave (Spanish Eastern Pyrenees), *Stone Age – Mining Age – Der Anschnitt, Beiheft*, 19, 145-152.

MANGADO, X., 2006, El aprovisionamiento en materias primas líticas: hacia una caracterización paleocultural de los comportamientos paleoeconómicos, *Trabajos de Prehistoria*, 63 (2), 79-91.

MANGADO, X., MERCADAL, O., FULLOLA, J.M., ESTEVE, X., LANGLAIS, M., NADAL, J., ESTRADA, A., SÁNCHEZ, E., LACRUZ, S. y GRIMAO, J., 2006, Montlleó (Prats i Sansor, Cerdanya). El primer jaciment magdalenianà a l'aire lliure en altitud al cor dels Pirineus, *Tribuna d'Arqueologia 2003-2004*, Dept. de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, 23-44.

MANGADO, X., PETIT, M.A., FULLOLA, J.M. y BARTROLÍ, R., 2007, El paleolític superior final de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera), *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 16, 45-62.

MANGADO, X., ORTEGA, D. y TERRADAS, X., 2009, Disponibilitat de matèries primeres silícies i explotació antròpica a la vessant meridional dels Pirineus orientals, en MERCADAL (Coord.), *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16.000-10.000 BP)*, *Actas del XIV Coloquio Internacional de Arqueología de Puigcerdà*, Institut d'Estudis Ceretans y Patronat F. Eiximenis, Puigcerdà, 211-226.

- MANGADO, X., TEJERO, J.M., FULLOLA, J.M., PETIT, M.A., GARCÍA-ARGÜELLES, P., GARCÍA, M., SOLER, N. y VAQUERO, M., 2010, Nuevos territorios, nuevos grafismos: una visión del Paleolítico superior en Catalunya a inicios del siglo XXI, en MANGADO, X., (Ed.), *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI*, Monografías del SERP, 8, 63-83.
- MANGADO, X, MERCADAL, O., BERGADÀ, M.M., NADAL, J., LANGLAIS, M., TEJERO, J.M., ESTEVE, X., MEDINA, B., RODRÍGUEZ, N., GRIMAO, J. y FULLOLA, J.M., 2011, Montlleó (Prats i Sansor, Cerdanya). Balanç de 10 campanyes d'excavació, *Tribuna d'Arqueologia 2009-2010*, Dept. de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, 27-52.
- MANGADO, X., TEJERO, J.M., SÁNCHEZ, M., AVEZUELA, B., FULLOLA, J.M., PETIT, M.A., BARTROLÍ, R. y MERCADAL, O., 2014, Silex et coquillages. Approche à l'identification des territoires socioéconomiques des Magdaléniens du versant sud des Pyrénées catalans, en OTTE, M. y LE BRUN-RICALES, F. (Eds.), *Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique*, ERAUL, 473-490.
- MANGADO, X., TEJERO, J.M., FULLOLA, J.M., PETIT, M.A. y SÁNCHEZ, M., 2014, La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). La secuencia magdaleniense, en CARBONELL, E., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M. y ARSUAGA, J.L. (Coord.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar. Estado actual del conocimiento del registro arqueológico*, ed. Universidad de Burgos y Fundación Atapuerca, 152-158.
- MARTZLUFF, M. y ABELANE, J., 1990, Le campement magdalénien du Rec del Penjat (commune de Vingrau, Pyrénées Orientales), *Travaux de Préhistoire catalane*, 6, 43-61.
- MASSON, A., 1979, Recherches sur la provenance des silex préhistoriques, *Études préhistoriques*, 15, 29-41.
- MASSON, A., 1981, *Pétoarchéologie des roches siliceuses. Intérêt en Préhistoire*, Tesis Doctoral Inédita, Université Claude Bernard-Lyon I, 101 p.
- MAZO, C. y CUCHÍ, J., 1992, Sílex y Prehistoria: análisis mineralógico de muestras silíceas de Huesca y Zaragoza, *Bolskan*, 9, 9-50.

- MEY, P.H.W., NAGTEGAAL, P.J.C., ROBERTI, K.J. y HARTEVELT, J.J.A, 1968, Lithostratigraphic subdivisión of post-hercynian deposits in South-central Pyrenees, Spain, *Leidse Geologische Mededelingen*, 41, 221-228.
- MENÉNDEZ, L., ROSELL, J., CANALS, A. y MOSQUERA, M., 2009, El nivel G de las Fuentes de San Cristóbal (Huesca, España): Nuevas aportaciones al estudio del Paleolítico medio en el Prepirineo aragonés, *Revista C&G*, 23 (1-2), 95-111.
- MOLINA, E. (Ed.), 2004, *Micropaleontología*, Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 704 p.
- MONTERO, I., GARCÍA, M. y LÓPEZ, E., 2007, Arqueometría: cambios y tendencias actuales, *Trabajos de Prehistoria*, 64 (1), 23-40.
- MONTES, L., 2004, El abrigo de Legunova en Biel: campaña de 2003, *Saldvie*, 4, 395-406.
- MONTES, L., 2005, El Magdaleniense en el Prepirineo Aragonés: últimos hallazgos, *IV Congreso de Arqueología Peninsular Faro, 2004, Promontoria Monográfica 02. O Paleolítico*, 183-192.
- MONTES, L., 2009, *Excavación arqueológica en Cova Alonsé, término municipal de Estadilla (Huesca). Año 2008. Informe final. Expediente 157/2008*, Informe inédito de excavación, 14 p.
- MONTES, L., UTRILLA, P. y MARTÍNEZ-BEA. M., 2006, Trabajos recientes en yacimientos musterienses de Aragón. Una revisión de la transición Paleolítico Medio/Superior en el Valle del Ebro, en MAILLO, J.M. y BAQUEDANO, E. (Eds.), *Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera. Zona Arqueológica*, 7 (1), 214-233.
- MONTES, L. y DOMINGO, R. (Coord.), 2013, *El asentamiento magdaleniense de Cova Alonsé (Estadilla, Huesca)*, Monografías Arqueológicas, Prehistoria, 48, Universidad de Zaragoza, 154 p.
- MORA, R., BENITO-CALVO, A., MARTÍNEZ-MORENO, J., GONZÁLEZ, P y DE LA TORRE, I., 2011, Chrono-stratigraphy of the Upper Pleistocene and Holocene



archaeological sequence in Cova Gran (south-eastern Pre-Pyrenees, Iberian Peninsula), *Journal of Quaternary Science*, 26 (6), 635-644.

## N

NADAL, J., 1998, *Les faunes del Pleistocè final – Holocè a la Catalunya meridional i del Ponent. Interpretacions tafonòmiques i paleoculturals*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de Barcelona, 662 p.

NEHLIG, P., 1999, Les outils et méthodes de la pétrogéochimie au service de l'archéologie, en BRAVARD, J.P., CAMMAS, C., NEHLIG, P., POUPET, P., SALVADOR, P.G. y WATTEZ, J., *La géologie. Les sciences de la terre*, Errance, 9-55.

NORMAND, C., 2002, Les ressources en matières premières siliceuses dans la basse vallée de l'Adour et ses affluents. Quelques données sur leur utilisation au Paléolithique supérieur, en CAZALS, N. (Dir.), *Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen*, Rapport projet collectif de recherche, SRA Midi-Pyrénées, 26-38.

## O

OLIVARES, M., TARRIÑO, A., MURELAGA, X., BACETA, J.I., CASTRO, K. y ETXEBARRÍA, N., 2009, Non-destructive spectrometry methods to study the distribution of archaeological and geological chert samples, *Spectrochimica Acta Part A. Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 73, 492-497.

OLOFSSON, A. y RODUSHKIN, I., 2011, Provenance flint artifacts with ICP-MS using ree signatures and Pb isotopes as discriminants: preliminary results of a case study from northern sweden, *Archaeometry*, 53 (6), 1142-1170.

OMNES, J. y CLOT, A., 1979, Premiers datages radiocarbone du Magdalénien des Hautes Pyrénées, *Bulletin de la Société Préhistorique française*, 76 (10-12), 324-339.

ONA, J.L., PASTOR, M.V., RUIZ, J.J. y LEORZA, R., 2006, *Informe – Memoria de excavación arqueológica. Cova de la Ubaga. Plan del Hospital, Benasque*, Fundación Hospital de Benasque, 71 p.

ORTEGA, D., 2002, Mobilitat i desplaçaments dels grups caçadors-recol·lectors a inicis del Paleolític superior a la regió pirinenca oriental, *Cypsela*, 14, 11-26.

## P

PARISH, R.M., 2011, The application of Visible/Near Infrared Reflectance (VNIR) Spectroscopy to chert: A case study from the Dover Quarry Sites, Tennessee, *Geoarchaeology – An International Journal*, 26 (3), 420-439.

PARISH, R.M., SWIHART, G.H. y LI, Y.S., 2013, Evaluating Fourier Transform Infrared Spectroscopy as a non-destructive chert sourcing technique, *Geoarchaeology – An International Journal*, 28 (3), 289-307.

PÉREZ, R., 2005, *Procesado y optimización de espectros Raman mediante técnicas de lógica difusa: aplicación a la identificación de materiales pictóricos*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat Politècnica de Catalunya, 182 p.

PÉTILLON, J.M., LANGLAIS, M., DE BEAUNE, S., CHAUVIÈRE, F.X., LETORUNEUX, C., SZMIDT, C., BEUKENS, R. y DAVID, F., 2008, Le Magdalénien de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne). Premiers résultats de l'étude pluridisciplinaire de la collection Saint Périer, *Antiquités Nationales*, 39, 57-71.

PETIT, M.A. (Coord.), 1996, *El procés de neolitització de la Vall del Segre. La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera): estudi de les ocupacions humanes del V al II mil·leni aC*, Monografies del SERP, 1, 69 p.

PITBLADO, B.L., CANNON, M.B., NEFF, H., DEHLER, C. y NELSON, S.T., 2013, LA-ICP-MS analysis of quartzite from the Upper Gumison Basin, Colorado, *Journal of Archaeological Science*, 40 (4), 2196-2216.

POLLARD, M., BATT, C., STERN, B. y YOUNG, S., 2007, *Analytical Chemistry in Archaeology*, Cambridge University Press, 404 p.

POZZI, E., 2004, *Les Magdaléniens. Art, civilisations, modes de vie, environnements*. Ed. Jérôme Million, collection L'homme des origines, 380 p.

**R**

RAMOS, A., 2002, Les arqueologies del subministrament de sílex a la Prehistòria, *Cota Zero*, 17, 45-55.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2001, *Diccionario de la lengua española*, 22ª ed., 2 vols., Madrid.

ROMÁN, D., 2010, *El poblament del final del Plistocè en les comarques del nord del País Valencià a partir de l'estudi tecno-tipològic de la indústria lítica*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de València, 630 p.

ROY, M., TARRIÑO, A., BENITO-CALVO, A., MORA, R. y MARTÍNEZ-MORENO, J., 2013, Aprovisionamiento de sílex en el Prepirineo oriental durante el Paleolítico superior antiguo: el nivel arqueológico 497C de Cova Gran (Santa Linya, Lleida), *Trabajos de Prehistoria*, 70 (1), 7-27.

**S**

SACCHI, D., 1992, Un site paléolithique supérieur de moyenne altitude dans les Pyrénées : la « Cauna » de Belvis (France), *Preistoria alpina*, 28 (2), 59-90.

SÁEZ, A., 1987, *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno – Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat de Barcelona, 356 p.

SÁNCHEZ, M., 2012, *El sílex como marcador territorial en la Prehistoria. Estudio arqueopetrográfico de los materiales de Cova Alonsé (Estadilla, Huesca)*, Trabajo Final de Máster, Universitat de Barcelona, 183 p.

SÁNCHEZ, M., REY, M., RODRÍGUEZ, N., CASADO, A., MEDINA, B. y MANGADO, X., 2014, The Lithicub Project: A virtual lithotheque of siliceous rocks at the University of Barcelona, *Journal of Lithic Studies*, 1, 281-292.

- SCHARLOTTA, I., GILSTRAP, W. y NEFF, H., 2011, No Stone unburned: a compositional analysis of obsidian microdebitage by laser ablation ICP-MS, *Archaeometry*, 53 (5), 873-889.
- SEELLENFREUND, A., FONSECA, A., LLONA, F., LERA, L., SINCLAIRE, C. y REES, C., 2009, Geochemical analysis of vitreous rocks exploited during the formative period in the Atacama Region, Northern Chile, *Archaeometry*, 51 (1), 1-25.
- SÉRONIE-VIVIEN, M., SÉRONIE-VIVIEN, M.-R. y FOUCHER, P., 2006, L'économie du silex au Paléolithique supérieur dans le bassin d'Aquitaine. Le cas des silex à lépidorbitoïdes des Pyrénées centrales. Caractérisation et implications, *Paléo*, 18, 193-216.
- SÉRONIE-VIVIEN, M.-R., SÉRONIE-VIVIEN, M., FOUCHER, P., MILLET, D. y MILLET, F., 2012, Entre l'Adour et la Baïse (partie occidentale du département du Gers, France) : une importante source de matières premières siliceuses du Sénonien, *Paléo*, 23, 2-17.
- SIMONNET, R., 1999, De la Géologie à la Préhistoire : le silex des Prépyrénées. Résultats et réflexions sur les perspectives et les limites de l'étude des matières premières lithiques, *Paléo*, 11, 78-88.
- SIMONNET, R., 2002, Le silex dans le bassin sous-pyrénéen de la Garonne. Compléments, *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège-Pyrénées*, 57, 113-170.
- SIMONNET, R., BON, F., BORDES, J.-G. y PRIMAULT, J., 2007, Le silex « Grains de Mil ». Localisation des gîtes, en CAZALS, N., GONZÁLEZ, J.E. y TERRADAS, X. (Coord.), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, 101-102.
- SOLER, N., 1976, La Bora Gran d'en Carreres, en CANAL, J. y SOLER, N. (Eds.), *El Paleolític a les comarques gironines*, Servei d'Investigacions arqueològiques, Diputació de Girona, 156-157.
- SOLER, N., FULLOLA, J.M., SACCHI, D. y LANGLAIS, M., 2009, El Magdalenian clàssic entre Languedoc occidental i Catalunya (14.500-11.000 BP), en MERCADAL (Coord.), *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16.000-10.000 BP)*, *Actas del XIV*

*Coloquio Internacional de Arqueología de Puigcerdà*, Institut d'Estudis Ceretans y Patronat F. Eiximenis, Puigcerdà, 317-348.

SOTO, M., GÓMEZ, B., VALLVERDÚ, J. y VAQUERO, M., 2014, Potential siliceous sources during Prehistory: results of prospecting in the East margin of the Ebro Basin (NE Iberian Peninsula), *Journal of Lithic Studies*, 1, 293-318.

SPEER, C.A., 2014a, Experimental sourcing of Edwards Plateau chert using LA-ICP-MS, *Quaternary International*, 342, 199-213.

SPEER, C.A., 2014b, LA-ICP-MS analysis of Clovis period projectile points from the Gault Site, *Journal of Archaeological Science*, 52, 1-11.

## **T**

TARRIÑO, A., 1998, Rocas silíceas sedimentarias. Su composición mineralógica y terminológica, *Krei*, 3, 143-161.

TARRIÑO, A., 2001, *El sílex en la Cuenca Vasco-Cantábrica y Pirineo navarro: caracterización y su aprovechamiento en la Prehistoria*. Tesis Doctoral Inédita, Universidad del País Vasco, 384 p.

TARRIÑO, A., 2006, *El sílex en la Cuenca Vasco-Cantábrica y Pirineo navarro: caracterización y su aprovechamiento en la Prehistoria*. Monografía del Museo Nacional y Centro de Investigaciones de Altamira, 21, 263 p.

TARRIÑO, A. y ELORRIETA, I., 2012, La explotación de los recursos abióticos durante el Gravetiense cantábrico. Primeros datos sobre el Pirineo occidental y la cuenca vasco-cantábrica, en DE LAS HERAS, C., LASHERAS, J.A., ARRIZABALAGA, A. y DE LA RASILLA, M. (Eds.), *Pensando el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*. *Actas del Coloquio Internacional Gravetiense cantábrico*, Monografía del Museo Nacional y Centro de Investigaciones de Altamira, 23, 330-346.

TARRIÑO, A. y ULIBARRI, M.A., 1994, La ficha como instrumento de inventario, análisis y comparación entre materiales silíceos pertenecientes a yacimientos

arqueológicos y afloramientos naturales, en JORDÁ, J. (Ed.), *Geoarqueología: Actas de la 2ª Reunión Nacional de Geoarqueología, I.T.G.E.*, Madrid, 265-272.

TEJERO, J.M., 2005, *El treball de l'os a la Prehistòria. Anàlisi i morfotècnica de la indústria sobre matèries dures animals de la cova del Parco (Alòs de Balaguer, Lleida)*, Societat Catalana d'Arqueologia, Barcelona, 153 p.

TEJERO, J.M. y FULLOLA, J.M., 2006, Las agujas en hueso de la Cueva del Parco (Alós de Balaguer, Lleida). Un ejemplo de gestión no alimentaria de los recursos animales del Magdaleniense, *Zona arqueológica*, 7 (1), 497-502.

TEJERO, J.M., ESTRADA, A., NADAL, J., FULLOLA, J.M., MANGADO, X., PETIT, M.A., BARTROLÍ, R. y CALVO, M., 2009, Hunters and craftsmen of the Late-Glacial period. The exploitation of animal resources at Parco Cave (Lleida, Spain) during the Magdalenian, en FONTANA, L., CHAUVIÈRE, F.X. y BRIDAULT, A. (eds.), *In Search of Total Animal Exploitation. Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*. Proceedings of the XVth UISPP Congress, Session C61, vol. 42, Lisbon, 4-9 September 2006 (BAR International Series), 91-99.

TERRADAS, X., 1995, Las estrategias de gestión de los recursos líticos del Prepirineo catalán en el IX milenio BP: el asentamiento prehistórico de la Font del Ros (Berga, Barcelona), *Treballs d'Arqueologia*, 3, Universitat Autònoma de Barcelona, 206 p.

TERRADAS, X., 1996, *La gestió dels recursos minerals entre les comunitats caçadores-recol·lectores: vers una representació de les estratègies de proveïment de matèries primeres*, Tesis Doctoral Inédita, Universitat Autònoma de Barcelona, 269 p.

TERRADAS, X., ÀLVAREZ, A., BARTROLÍ, R., BORRELL, F., CLOP, X., FULLOLA, J.M., GARCÍA-ANTÓN, M.D., GIBAJA, J.F., GÓMEZ, B., GRÉGOIRE, S., MANGADO, X., MAROTO, J., MARTZLUFF, M., MOLIST, M., ORTEGA, D., PALOMO, A., SALA, R., SOLER, N. y VILA, A., 2006, Red Temática "Estudio de la disponibilidad de rocas silíceas para la producción de instrumental lítico en la Prehistoria", en MARTÍNEZ, G., MORGADO, A. y ALFONSO, J.A. (Coords.), *Sociedades prehistóricas, recursos abióticos y territorio. Actas de la III Reunión de Trabajo sobre aprovisionamiento de recursos abióticos en la Prehistoria*, Fundación Ibn al-Jatib de Estudios de Cooperación Cultural, 63-72.

TITE, M.S., 1991, Archaeological science – past achievements and future prospects, *Archaeometry*, 31, 139-151.

TOSQUELLA, J. y SAMSÓ, J.M., 1996, Bioestratigrafía y litoestratigrafía del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior del sector oriental de la Cuenca Surpirenaica, *Acta Geológica Hispánica*, 31 (1-3), 3-21.

TURQ, A., 2005, Réflexions méthodologiques sur les études de matières premières lithiques, *Paléo*, 17, 111-132.

## U

ULLASTRE, J. y MASRIERA, A., 1999, Análisis estratigráfico del Paleógeno del sinclinal de Tragó de Noguera: su importancia en la geología regional (Pirineo catalano-aragonés, España), *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 8, 85-111.

UTRILLA, P., 1995, El Valle del Ebro durante el Tardiglaciario y comienzos del Holoceno. Las relaciones con el Magdaleniense cantábrico, en MOURE, A. y GONZÁLEZ, C. (Eds.), *El final del Paleolítico cantábrico*, Universidad de Cantabria, 281-311.

UTRILLA, P. y MAZO, C., 1991, Excavación de urgencia en el Abrigo de Las Forcas (Graus-Huesca). Las ocupaciones magdaleniense y epipaleolítica, *Bolskan. Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 8, 31-78.

UTRILLA, P. y MAZO, C., 2007, La Peña de Las Forcas de Graus (Huesca). Un asentamiento reiterado desde el Magdaleniense inferior al Neolítico antiguo, *Salduie*, 7, 9-37.

UTRILLA, P. y MAZO, C., 2014, *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena*, Monografías Arqueológicas. Prehistoria, 46, Universidad de Zaragoza, 437 p.

UTRILLA, P. y MONTES, L., 2007, La période 19000 – 14000 BP dans el bassin de l'Ebre, en *Séance Société Préhistorique de France – Université de Toulouse II, Les occupations humaines en Europe occidentale de 19000 à 14000 BP (Toulouse, 2006)*, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 104, 797-807.

UTRILLA, P., MAZO, C., SOPENA, M.C., DOMINGO, R., MARTÍNEZ, M., 2008, Ríos, montañas y charcas. Una representación de paisaje en el bloque 1 de la cueva de Abauntz, *Veleia: Revista de Prehistoria, Historia Antigua, Arqueología y Filología Clásica*, 24-25 (1), 229-260.

UTRILLA, P., MONTES, L., MAZO, C., ALDAY, A., RODANÉS, A., BLASCO, J.M., DOMINGO, R. y BEA, M., 2010, El Paleolítico Superior en la Cuenca del Ebro a principios del s. XXI. Revisión y novedades, en MANGADO, X. (Ed.), *El Paleolítico superior Peninsular. Novedades del siglo XXI*. Monografías del SERP, 8, 23-61.

## V

VEGA, S., MARTÍNEZ, J. y MORA, R., 2013, Nous elements de discussió entorn de l'espai magdalenian dels Prepirineus orientals: la Cova Gran de Santa Linya (Les Avellanes, La Noguera), *3r Col·loqui d'Arqueologia d'Odèn*, 9-16.

VERA, J.A. (Ed.), 2004, *Geología de España*, Ed. Instituto Geológico y Minero Español, Madrid, 890 p.

VIALOU, D., 2005, Territoires : sédentarités et mobilités, en VIALOU, D., RENAULT-MISKOVSKY, J. y PATOU-MATHIS, M. (Dir.), *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe : territoires et milieux. Actes du Colloque du GDR 1945 du CNRS, Paris, 8-10 janvier 2003. Liège*, ERAUL, 111, 75-86.

## W

WILSON, L., 2010, Utilisation d'un modèle de gravité pour mieux comprendre l'économie de la matière première, *Les cahiers de Géopré*, 1, 95-98.

## Z

ZURRO, D., 2006, El análisis de fitolitos y su papel en el estudio del consumo de recursos vegetales en la Prehistoria: bases para una propuesta metodológica materialista, *Trabajos de Prehistoria*, 63, 35-54.



## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Fig. 1</b> – Ubicación de los asentamientos magdalenenses del Pirineo centro-oriental. En negrita, los conjuntos estudiados en esta tesis doctoral .....	12
<b>Fig. 2</b> – Mapa de la Cordillera Pirenaica con la ubicación de los yacimientos estudiados en la presente tesis doctoral .....	19
<b>Fig. 3</b> – Variaciones en la línea de costa para el Tardiglaciar. Fuente: Langlais 2007: 20 .....	20
<b>Fig. 4</b> – La glaciación pleistocena de los Pirineos. 1: Máxima expansión de los glaciares (a: durante el Würm; b: durante el Pleistoceno Medio); 2: Principales flujos de hielo y límites de glaciares; 3: Posible extensión de los glaciares de valle durante el Pleistoceno; 4: Principales cuellos de tránsito; 5: Macizos que actualmente contienen circos glaciares residuales. Fuente: Calvet <i>et al.</i> 2011: 127 .....	23
<b>Fig. 5</b> – Radiolarios observados al microscopio petrográfico. Fuente: Boggs 2009: 481 .....	26
<b>Fig. 6</b> – Jaspe del Morrot de Montjuic. Fuente: Carbonell <i>et al.</i> 1997: Portada .....	27
<b>Fig. 7</b> – Proceso de formación de una roca sedimentaria. Fuente: <a href="http://contenidos.educarex.es">http://contenidos.educarex.es</a> .....	28
<b>Fig. 8</b> – Sílex tabular del afloramiento de Can Oller 1 (Aiguafreda, Barcelona). Fuente: <a href="http://lithicub.net">http://lithicub.net</a> .....	31
<b>Fig. 9</b> – Sílex nodular de la Serra Llarga (Castelló de Farfanya, Lleida). Fuente: <a href="http://lithicub.net">http://lithicub.net</a> .....	31
<b>Fig. 10</b> – Disolución de cuarzo y sílice amorfa en agua en función de la temperatura. Fuente: Boggs 2009: 485 .....	32
<b>Fig. 11</b> – Cemento de calcedonia esferulítica (cuadrante izquierdo) y microcuarzo (cuadrante derecho) observada al microscopio petrográfico con nícoles cruzados. Fuente: Boggs 2009: 480 .....	33
<b>Fig. 12</b> – Modelos de movilidad en el territorio propuestos por Binford .....	42
<b>Fig. 13</b> – Diferentes tipos de depósitos de sílex: 1) primario; 2) subprimario (en depósito de vertiente); 3) subprimario (coluviones); 4) secundario. Fuente: Turq 2005: 116 .....	45
<b>Fig. 14</b> – Fórmula coste-beneficio para calcular la fuerza de atracción. Fuente: Wilson 2010 .....	47
<b>Fig. 15</b> – La concepción del análisis de los útiles prehistóricos. Fuente: Mangado 2004: 11. Modificada .....	49
<b>Fig. 16</b> – Esquema con los pasos que debe seguir toda caracterización arqueopetroológica .....	54
<b>Fig. 17</b> – Ficha de registro de afloramientos .....	57
<b>Fig. 18</b> – Ficha de registro de afloramientos .....	58
<b>Fig. 19</b> – Imagen de un estereomicroscopio o lupa binocular. Fuente: Molina 2004: 46 .....	60
<b>Fig. 20</b> – Ficha de registro del análisis macroscópico .....	62
<b>Fig. 21</b> – Vista con lupa binocular de gránulos de hematites en posición subcortical en un sílex arqueológico .....	64
<b>Fig. 22</b> – Clasificación textural de Dunham para las rocas carbonatadas. Fuente: <a href="http://gmg.unizar.es">http://gmg.unizar.es</a> .....	65
<b>Fig. 23</b> – Esquema de la distribución del color. Fuente: Mangado 2004: 53. Modificada .....	66
<b>Figs. 24 y 25</b> – Vista con lupa binocular de una acumulación de pseudomorfo lenticulares de yeso (izq.) y de una geoda recristalizada con cristales de megacuarzo (dcha.) en dos sílex arqueológicos .....	68
<b>Fig. 26</b> – Esquema de un bivalvo o lamelibranquio. Fuente: <a href="http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm">http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm</a> .....	69
<b>Fig. 27</b> – Esquema de un braquiópodo. Fuente: <a href="http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm">http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm</a> .....	70
<b>Figs. 28 y 29</b> – Esquema de un gasterópodo (Fuente: <a href="http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm">http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm</a> ) y sección de gasterópodo vista con lupa binocular en un sílex arqueológico .....	70
<b>Fig. 30</b> – Vista con lupa binocular de una espícula de esponja en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia) ...	71
<b>Figs. 31, 32 y 33</b> – Esquema de la estructura de una carofita (Fuente: Molina 2004: 419) y vista con lupa binocular de una sección de tallo y oogonio de dos sílex arqueológicos .....	72
<b>Figs. 34 y 35</b> – Esquema de equinodermo (Fuente: <a href="http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm">http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm</a> ) y vista con lupa binocular de un artejo de crinoideo de un sílex procedente de la Litoteca de la Charente (Fuente: M. Rey) .....	73
<b>Fig. 36</b> – Bioturbación observada con lupa binocular en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia) .....	73
<b>Fig. 37</b> – Esquema de un ostrácodo. Fuente: Molina 2004: 443 .....	74
<b>Fig. 38</b> – Sección de orbitólfnido observada con lupa binocular en un sílex de la Litoteca de la Charente. Fuente: M. Rey .....	75
<b>Fig. 39</b> – Nummulites observado con lupa binocular en un sílex de origen desconocido de la zona de Bergerac (Francia) .....	75
<b>Figs. 40 y 41</b> – Esquemas de secciones de miliólidos (Fuente: Molina 2004: 210) y sección de miliólido con lupa	

binocular en un sílex arqueológico .....	76
<b>Figs. 42 y 43</b> – Esquema de briozoo (Fuente: <a href="http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm">http://www.upv.es/dit/Itinerarios/Paleontologia/Paleontologia_general.htm</a> ) y briozoos observados con lupa binocular en un sílex turoniense de Les Maitreaux (Francia) .....	76
<b>Fig. 44</b> – Vista con lupa binocular de un craquelado por termoalteración en un sílex arqueológico .....	77
<b>Fig. 45</b> – Anillos de Liesegang de un sílex aquitaniense de Puente de Candanos. Fuente: <a href="http://lithicub.net">http://lithicub.net</a> .....	79
<b>Fig. 46</b> – Partes de un microscopio polarizante. Fuente: <a href="http://www.geologia.ujaen.es">http://www.geologia.ujaen.es</a> .....	81
<b>Fig. 47</b> – Ficha de registro del análisis macroscópico .....	85
<b>Fig. 48</b> – Ficha de registro del análisis microscópico .....	86
<b>Fig. 49</b> – Principales accidentes geográficos del área donde se sitúan los cuatro yacimientos analizados .....	93
<b>Fig. 50</b> – Esquema estructural de los Pirineos. Fuente: Vera 2004: 235 .....	95
<b>Fig. 51</b> – Ubicación y litologías principales de la Cuenca del Ebro. Fuente: Vera 2004: 538 .....	96
<b>Fig. 52</b> – Ubicación en la escala de los tiempos geológicos de las formaciones con sílex estudiadas. Fuente: Base Institut Geològic de Catalunya. Modificado .....	98
<b>Fig. 53</b> – Nódulos de sílex en posición primaria del depósito de Peraltilla .....	100
<b>Figs. 54 y 55</b> – Secciones bioclásticas observadas en dos muestras de sílex de la Formación Castelltallat. Vistas a la lupa binocular (izq.) y al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	101
<b>Fig. 56</b> – Sílex en posición primaria en el depósito de Alberola .....	102
<b>Figs. 57 y 58</b> – Sección de gasterópodo a la lupa binocular (izq.) y sección de alga carofita vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	103
<b>Fig. 59</b> – Sílex de la Formación Coronas en posición primaria en el depósito de Riugréixer .....	104
<b>Figs. 60 y 61</b> – Cristales romboédricos de calcita o dolomita observados con lupa binocular (izq.) y sección de miliólido vista al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.) .....	105
<b>Fig. 62</b> – Sílex de la Formación Sagnari en posición primaria en el depósito de Ogassa .....	106
<b>Figs. 63 y 64</b> – Textura general a la lupa binocular (izq.) y sección de nummulites observada al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.) .....	106
<b>Fig. 65</b> – Detalle de un nódulo de sílex del depósito de Barranco de La Canal .....	108
<b>Figs. 66 y 67</b> – Lentículas de yeso observadas a la lupa binocular (izq.) y textura con microcuarzo, megacuarzo y ópalo vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	109
<b>Fig. 68</b> – Detalle de un nódulo de sílex recuperado en el depósito de Alins del Monte .....	110
<b>Figs. 69 y 70</b> – Aspecto macroscópico de un sílex de la Formación Tremp (1) (izq.) y cristales de megacuarzo observados al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	111
<b>Fig. 71</b> – Nódulo de sílex de la Formación Tremp (2) en posición primaria en el depósito de Zurita .....	112
<b>Figs. 72 y 73</b> – Aspecto macroscópico de un sílex de la Formación Tremp (2) y sección de alga carofita observada al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.) .....	113
<b>Fig. 74</b> – Sílex de la Secuencia de Vallcarga en posición primaria en el depósito de La Nou .....	114
<b>Figs. 75 y 76</b> – Posible textulárido a la lupa binocular (izq.) y sección de orbitoídido vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	115
<b>Fig. 77</b> – Sílex de la Formación Bona en posición primaria en el depósito de Esplovins .....	116
<b>Figs. 78 y 79</b> – Secciones de orbitoides observadas con lupa binocular (izq.) y microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	116
<b>Fig. 80</b> – Nódulo de sílex en posición subprimaria recuperado en el afloramiento de Padarniu .....	118
<b>Figs. 81 y 82</b> – Vista macroscópica de cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y placa de equinodermo observada al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) .....	119
<b>Fig. 83</b> – Características básicas de los diferentes tipos de sílex analizados .....	122
<b>Fig. 84</b> – Situación de los principales depósitos de sílex localizados en el área de estudio .....	123
<b>Fig. 85</b> – Características de los diferentes sílex analizados en las tres escalas básicas de observación .....	124
<b>Fig. 86</b> – Carte de relief du sud de la France avec les trois zones d'étude : à gauche les Pyrénées occidentales, au centre les Pyrénées centrales et à droite les Pyrénées orientales .....	127
<b>Fig. 87</b> – Lithothèque de Toulouse – Midi-Pyrénées dans le laboratoire du TRACES .....	128
<b>Fig. 88</b> – Carte du relief de la zone des Pyrénées orientales avec les deux types de silicifications étudiées et la localisation des gîtes avec des échantillons analysés par nous .....	130
<b>Fig. 89</b> – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les sílex étudiés. Source : <a href="http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm">http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm</a> Modifiée .....	130
<b>Fig. 90</b> – Fragments de sílex récupérés au gîte de Bidache. Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	132
<b>Fig. 91</b> – Image des spicules d'éponge d'un sílex récolté au gîte de Salies-de-Béarn à l'aide d'une lupe binoilaire. Échantillon de la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	133

<b>Figs. 92 y 93</b> – Image des globotruncanidés en processus de silicification d'un échantillon de Salies-de-Béarn à l'aide d'un microscope pétrographique avec lumière polarisée .....	134
<b>Fig. 94</b> – Fragment de rognon et éclat de silex Maastrichtien de la ride d'Audignon (Dûmes). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	136
<b>Fig. 95</b> – Photographie des <i>Lepidorbitoides socialis</i> (cercle noir) et <i>Siderolites sp.</i> (cercle orange) d'un silex d'Audignon (vu à la loupe binoculaire). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	137
<b>Figs. 96 y 97</b> – Photographie d'un <i>Lepidorbitoides</i> avec lumière ordinaire (gauche) et polarisée (droite) (vu au microscope pétrographique) .....	137
<b>Fig. 98</b> – Carte du relief de la zone des Pyrénées centrales avec les silicifications étudiées et la localisation des gîtes avec des échantillons analysés .....	140
<b>Fig. 99</b> – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les silex étudiés. Source : <a href="http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm">http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm</a> Modifiée .....	141
<b>Figs. 100 y 101</b> – Fragments de silex (gauche) et vu à la loupe binoculaire des spicules d'éponge (droite) des silex du Pliensbachien-Toarcien. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	142
<b>Fig. 102</b> – Photographie d'une section d'Orbitolina d'un silex du gîte de Berdoulet (Foix) (vu à la loupe binoculaire). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	143
<b>Fig. 103</b> – Nodules de silex en position subprimaire au gîte de Montgaillard (ancienne carrière Dussert) .....	144
<b>Figs. 104 y 105</b> – Fragments de silex du gîte d'Hibarette (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture générale de ces silex du flysch (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	145
<b>Figs. 106 y 107</b> – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée des spicules d'éponge (gauche) et d'un possible macroforaminifère (droite) dans une texture de microcriptoquartz avec oxydes métalliques et micrite ....	145
<b>Fig. 108</b> – Nodule de silex du gîte de Montsaunès. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	146
<b>Figs. 109 y 110</b> – Photographie des spicules d'éponge (gauche) et d'un Orbitoides (droite) d'un silex récupéré au gîte de Montsaunès (vue à la loupe binoculaire). Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	147
<b>Figs. 111 y 112</b> – Vu au microscope pétrographique avec lumière ordinaire d'un rotalidé (gauche) et d'un possible <i>Lepidorbitoides</i> (droite) .....	147
<b>Fig. 113</b> – Nodules de silex du type Paillon. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	148
<b>Figs. 114 y 115</b> – Photographie des spicules d'éponge (gauche) et d'un possible ostracode (droite) dans deux silex du Paillon (vus à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	148
<b>Figs. 116 y 117</b> – Échinoderme (gauche) et miliolide (droite) vus au microscope pétrographique avec lumière ordinaire .....	149
<b>Figs. 118 y 119</b> – Deux fragments de silex récupérés au gîte de Saint Michel (gauche) et aspect texturale d'un silex «bleu» vu à la loupe binoculaire (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées ...	150
<b>Figs. 120 y 121</b> – Photographies des petits foraminifères et gastéropodes présents aux silex du gîte de Couteret (vues à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	151
<b>Fig. 122</b> – Carte du relief des Pyrénées orientales avec les formations qui contiennent silex décrits dans cette section .....	152
<b>Fig. 123</b> – Échelle géologique avec les niveaux où se trouvent les silex étudiés. Source : <a href="http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm">http://lithotheque-svt.acrennes.fr/echelle/echelle.htm</a> Modifiée .....	153
<b>Figs. 124 y 125</b> – Silex récupérés au gîte sinémurien de Boutenac (gauche) et au gîte bajocien de Néviau (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	154
<b>Figs. 126 y 127</b> – Nodules de silex récupérés à Caune-Minervois (gauche) et Sallèles-Cabardès (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	156
<b>Figs. 128 y 129</b> – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée de la texture de ces silex .....	157
<b>Figs. 130 y 131</b> – Photographies de la texture des silex du Thanétien (à gauche texture vacuolaire; à droite recristallisation) (vues à la loupe binoculaire). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	158
<b>Figs. 132 y 133</b> – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée du mosaïque de microcriptoquartz avec des cémentations de calcédoine (gauche) et d'une sphérolite de calcédoine d'élongation positive avec lumière polarisée et compensateur (droite) .....	158
<b>Figs. 134 y 135</b> – Fragments de silex récupérés à Moussoulens (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture de ces silex (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	159
<b>Fig. 136</b> – Nodule de silex récupéré à Portel des Corbières. Échantillon appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	161
<b>Figs. 137 y 138</b> – Vu au microscope pétrographique avec lumière polarisée d'une section de charophyte (gauche) et d'un gastéropode (droite) .....	161
<b>Figs. 139 y 140</b> – Galet et éclat des silex des Costières du Gard. Source : Grégoire <i>et al.</i> 2009 : 191. Modifiées ...	162

<b>Fig. 141</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex Chalosse sur le versant nord des Pyrénées .....	164
<b>Fig. 142</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex du flysch d’Hibarette-Montgaillard sur le versant nord des Pyrénées .....	165
<b>Fig. 143</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex de Montsaunès-Ausseing et du Paillon sur le versant nord des Pyrénées .....	166
<b>Fig. 144</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex des Costières du Gard sur le versant nord des Pyrénées .....	167
<b>Figs. 145 y 146</b> – Deux fragments de silex du Bergeracois (gauche) et vu à la loupe binoculaire de deux <i>Orbitoides media</i> d’un silex du Bergeracois (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées ...	168
<b>Figs. 147 y 148</b> – Vu au microscope pétrographique des foraminifères avec lumière ordinaire (gauche) et d’un possible <i>Orbitoides</i> silicifié avec lumière polarisée (droite) .....	169
<b>Fig. 149</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex Bergeracois sur le versant nord des Pyrénées .....	169
<b>Figs. 150 y 151</b> – Fragments de silex «Grain de Mil» (gauche) et vu à la loupe binoculaire de la texture de ces silex (droite). Échantillons appartenant à la Lithothèque Toulouse – Midi-Pyrénées .....	170
<b>Fig. 152</b> – Carte avec la localisation des sites magdaléniens avec silex du type «Grain de Mil» sur le versant nord des Pyrénées .....	171
<b>Fig. 153</b> – Diffusion des principaux traceurs lithologiques étudiés dans les sites magdaléniens du versant nord des Pyrénées .....	174
<b>Fig. 154</b> – Localización del yacimiento de Montlleó en el nordeste peninsular .....	175
<b>Fig. 155</b> – Principales accidentes geográficos del entorno del yacimiento de Montlleó .....	176
<b>Fig. 156</b> – Esquema de la estructura geomorfológica del yacimiento de Montlleó (según Serrat y Bergadà 2009). Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2011: 28 .....	177
<b>Fig. 157</b> – Planta del yacimiento con los tres sectores abiertos y los cuadros excavados. Elaboración: J. Alcaina ..	178
<b>Fig. 158</b> – Corte estratigráfico arqueológico del sector C, cuadros 4H y 4I. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2011: 36 ....	180
<b>Fig. 159</b> – Estructura de combustión identificada en el sector C .....	181
<b>Fig. 160</b> – Distribución porcentual del número de restos de los Taxa identificados en el yacimiento .....	182
<b>Fig. 161</b> – Falange de <i>Cervus</i> partida sagitalmente. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2011 : 43 .....	183
<b>Figs. 162 y 163</b> – <i>Dentalium sp.</i> (izq.) y <i>Cyclope sp.</i> Con doble perforación (dcha.). Fotografías : R. Álvarez ....	184
<b>Fig. 164</b> – Fragmento de azagaya. Fuente : Mangado <i>et al.</i> 2011 : 49 .....	185
<b>Fig. 165</b> – A: microlaminitas de dorso destre invertido; 1: laminita de dorso alterno; 2: laminita de dorso truncado; 3: laminita de dorso denticulado; 4-10: laminitas de dorso simple. Dibujos: R. Álvarez. Fuente: Langlais 2007: 157	187
<b>Fig. 166</b> – Ejemplo de núcleos de microlaminitas sobre “frente dorsal”. Fuente: Langlais 2007: 152 .....	187
<b>Fig. 167</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados .....	190
<b>Figs. 168 y 169</b> – Secciones de algas carofitas (izq.) y de gasterópodo (dcha.) en dos sílex del litotipo 1 .....	191
<b>Figs. 170 y 171</b> – Sección de gasterópodo (izq.) y de alga carofita (dcha.) con la pared micritizada y el interior silicificado. Vistas al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.) .....	191
<b>Fig. 172</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Montlleó .....	192
<b>Figs. 173 y 174</b> – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 2 ...	193
<b>Figs. 175 y 176</b> – Texturas de microcriptocuarzo con fibras de calcedonia (izq.) y pseudomorfos lenticulares de yeso (dcha.) observados al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (izq.) y luz paralela (dcha.) .....	194
<b>Fig. 177</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Montlleó .....	195
<b>Figs. 178 a 181</b> – Vista a la lupa binocular de poríferos (sup.) y posibles <i>Omphalocyclus macroporus</i> (inf. izq.) y <i>Orbitoides</i> (inf. dcha.) en dos sílex del litotipo 3 .....	196
<b>Figs. 182 y 183</b> – Secciones de bioclastos con la pared micritizada y el interior en proceso de silicificación. Observación al microscopio petrográfico con nícoles cruzados .....	197
<b>Fig. 184</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Montlleó .....	198
<b>Figs. 185 a 188</b> – Poríferos (sup.), globigerínido (inf. izq.) y textularido (inf. dcha.) observados a la lupa binocular en sílex del litotipo 4 .....	199
<b>Figs. 189 y 190</b> – Textura del litotipo 4 al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.) .....	200
<b>Fig. 191</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de Montlleó .....	200
<b>Figs. 192 y 193</b> – Secciones de alveolínidos observados a la lupa binocular en sílex del litotipo 5 .....	201
<b>Figs. 194 y 195</b> – Vista macroscópica de la textura general (izq.) y de cristales romboédricos (dcha.) en sílex del litotipo 6 .....	202
<b>Fig. 196</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 6 de Montlleó .....	203
<b>Figs. 197 y 198</b> – Observación a la lupa binocular de dos jaspes de Montlleó .....	204

<b>Figs. 199 y 200</b> – Óxidos observados al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.) .....	204
<b>Fig. 201</b> – Mapa de aprovisionamiento para los jaspes de Montlleó .....	205
<b>Fig. 202</b> – Presencia de córtex según los litotipos identificados. NC : No Cortical; CM : Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	207
<b>Fig. 203</b> – Principales alteraciones observadas en los distintos litotipos .....	208
<b>Figs. 204 y 205</b> – Cúpula térmica (izq.) y pátina blanca (dcha.) observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 4 (izq.) y 2 (dcha.) .....	209
<b>Fig. 206</b> – Representación porcentual del valor real del peso para cada litotipo .....	210
<b>Fig. 207</b> – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo .....	210
<b>Fig. 208</b> – Distribución espacial del conjunto de litotipos a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	212
<b>Fig. 209</b> – Distribución espacial del litotipo 1 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	213
<b>Fig. 210</b> – Distribución espacial del litotipo 2 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	214
<b>Fig. 211</b> – Distribución espacial del litotipo 3 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	215
<b>Fig. 212</b> – Distribución espacial del litotipo 4 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	216
<b>Fig. 213</b> – Distribución espacial del litotipo 5 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	217
<b>Fig. 214</b> – Distribución espacial del litotipo 6 a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	218
<b>Fig. 215</b> – Distribución espacial de los jaspes a lo largo de la secuencia estratigráfica del sector B .....	219
<b>Fig. 216</b> – Representación de los núcleos identificados para cada litotipo .....	221
<b>Fig. 217</b> – Distribución espacial de los núcleos en la planta del sector B .....	222
<b>Fig. 218</b> – Representación de las raederas identificadas para cada litotipo .....	223
<b>Fig. 219</b> – Distribución espacial de las raederas en la planta del sector B .....	224
<b>Fig. 220</b> – Representación de los raspadores identificados para cada litotipo .....	225
<b>Fig. 221</b> – Distribución espacial de los raspadores en la planta del sector B .....	226
<b>Fig. 222</b> – Representación de los elementos de dorso identificados para cada litotipo .....	227
<b>Fig. 223</b> – Distribución espacial de los elementos de dorso en la planta del sector B .....	228
<b>Fig. 224</b> – Representación de los buriles y los perforadores identificados para cada litotipo .....	229
<b>Fig. 225</b> – Distribución espacial en la planta del sector B de los buriles, perforadores y malacología .....	229
<b>Fig. 226</b> – Clasificación tipológica de los elementos retocados en función del tipo de sílex .....	231
<b>Fig. 227</b> – Adscripción de la muestra de no retocados a los diferentes grupos identificados .....	232
<b>Fig. 228</b> – Representación del peso teórico por efectivo para los litotipos identificados en el material no retocado .....	233
<b>Fig. 229</b> – Distribución en planta del material lítico retocado con la delimitación de posibles áreas diferenciadas .....	235
<b>Fig. 230</b> – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los magdalenenses que se asentaron en Montlleó .....	236
<b>Fig. 231</b> – Localización de Cova Alonsé en el nordeste peninsular .....	243
<b>Fig. 232</b> – Principales accidentes geográficos del entorno de Cova Alonsé .....	244
<b>Fig. 233</b> – Planta del yacimiento con la superficie excavada en 2002 y 2008. Fuente: Montes 2009 .....	246
<b>Fig. 234</b> – Ejemplo de los materiales líticos de Cova Alonsé : tres raspadores y un buril (sup.) y cuatro núcleos de laminitas (inf.). Fuente: Montes 2009 .....	247
<b>Fig. 235</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos identificados .....	249
<b>Figs. 236 y 237</b> – Vista a la lupa binocular de una sección de alga carofita (izq.) y de gasterópodo lacustre (dcha.) en dos sílex del litotipo 1 .....	250
<b>Figs. 238 y 239</b> – Vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados de una sección de alga carofita en una textura de micro-criptocuarzo (izq.) y de una sección de gasterópodo en proceso de silicificación (dcha.) .....	251
<b>Fig. 240</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Cova Alonsé .....	252
<b>Figs. 241 y 242</b> – Recristalizaciones de megacuarzo (izq.) y pseudomorfos lenticulares de yeso (dcha.) de dos sílex del litotipo 2 observados a la lupa binocular .....	254
<b>Figs. 243 y 244</b> – Observación al microscopio petrográfico con luz paralela (izq.) y nícoles cruzados (dcha.) de pseudomorfos lenticulares de yeso con concentración de óxidos metálicos (izq.) y de una porosidad en proceso de ser rellenada por sílice fibrosa y cristales de megacuarzo (dcha.) en dos sílex del litotipo 2 .....	254
<b>Fig. 245</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Cova Alonsé .....	255
<b>Figs. 246 y 247</b> – Secciones de miliólidos observadas a la lupa binocular en dos sílex adscritos al litotipo 3 .....	256
<b>Figs. 248 y 249</b> – Sección de miliólido (izq.) y de posible ostrácodo (dcha.) observados al microscopio petrográfico con luz paralela en un sílex adscrito al litotipo 3 .....	257
<b>Fig. 250</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Cova Alonsé .....	258
<b>Fig. 251</b> – Presencia de córtex según los dos grandes grupos identificados. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	259
<b>Fig. 252</b> – Porcentajes de las principales alteraciones de los dos tipos de sílex mayoritarios en Cova Alonsé .....	261

<b>Fig. 253</b> – En el eje de las ordenadas, porcentajes de los dos tipos de sílex en función de la variable Peso y Número de elementos (en el eje de las abscisas) .....	262
<b>Fig. 254</b> – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenenses de Cova Alonsé .....	264
<b>Fig. 255</b> – Localización del Abrigo de Forcas I en el nordeste peninsular .....	268
<b>Fig. 256</b> – Principales accidentes geográficos del entorno del Abrigo de Forcas I .....	269
<b>Fig. 257</b> – Planta del Abrigo de Forcas I. Fuente: Utrilla y Mazo 2014: 35 .....	270
<b>Fig. 258</b> – Corte transversal de Forcas I con los diferentes niveles identificados. Fuente: Utrilla y Mazo 2007: 13 .....	271
<b>Fig. 259</b> – Especies representadas en el registro faunístico magdalenense de Forcas I .....	273
<b>Fig. 260</b> – Industria ósea recuperada de los niveles magdalenenses de Forcas I. Fuente: Utrilla y Mazo 2014: 238 .....	275
<b>Fig. 261</b> – Raspadores del nivel 14. Fuente: Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014: 152 .....	277
<b>Fig. 262</b> – Núcleos de laminitas del nivel 15. Fuente : Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014 : 168 .....	278
<b>Fig. 263</b> – Elementos de dorso del nivel 15. Fuente : Utrilla, Mazo y Domingo en Utrilla y Mazo 2014 : 165 .....	279
<b>Fig. 264</b> – Lasca en lidita con superficie externa con rodamiento procedente del nivel 11 de Forcas I .....	281
<b>Figs. 265 y 266</b> – Vista a la lupa binocular de una sección de alga carofita (izq.) y de un gasterópodo lacustre (dcha.) .....	282
<b>Fig. 267</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de Forcas I .....	283
<b>Figs. 268 y 269</b> – Vista a la lupa binocular de pseudomorfos lenticulares de yeso en dos sílex del litotipo 2 .....	284
<b>Fig. 270</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de Forcas I .....	285
<b>Figs. 271 y 272</b> – Vista a la lupa binocular de la textura del litotipo 3 (izq.) y de un posible <i>Siderolites</i> (dcha.) ..	286
<b>Fig. 273</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de Forcas I .....	287
<b>Figs. 274 y 275</b> – Vista a la lupa binocular de cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y abundantes secciones de espículas de esponja (dcha.) .....	288
<b>Fig. 276</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de Forcas I .....	289
<b>Fig. 277</b> – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 11 y 12 .....	291
<b>Fig. 278</b> – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 13 y 14 .....	292
<b>Fig. 279</b> – Distribución de litotipos según tipos primarios y restos de talla para los niveles 15 y 16 .....	294
<b>Fig. 280</b> – Presencia de córtex en el litotipo 1 para la secuencia magdalenense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	295
<b>Fig. 281</b> – Presencia de córtex en el litotipo 2 para la secuencia magdalenense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	296
<b>Fig. 282</b> – Presencia de córtex en el litotipo 3 para la secuencia magdalenense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	297
<b>Fig. 283</b> – Presencia de córtex en el litotipo 4 para la secuencia magdalenense. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	298
<b>Fig. 284</b> – Alteraciones observadas en el litotipo 1 a lo largo de la secuencia magdalenense. PB: Pátina Blanca ...	300
<b>Fig. 285</b> – Alteraciones observadas en el litotipo 2 a lo largo de la secuencia magdalenense. PB: Pátina Blanca ...	301
<b>Fig. 286</b> – Alteraciones observadas en el litotipo 3 a lo largo de la secuencia magdalenense. PB: Pátina Blanca ...	302
<b>Fig. 287</b> – Alteraciones observadas en el litotipo 4 a lo largo de la secuencia magdalenense. PB: Pátina Blanca ...	303
<b>Fig. 288</b> – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 11 y 12 .....	304
<b>Fig. 289</b> – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 13 y 14 .....	304
<b>Fig. 290</b> – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo para los niveles 15 y 16 .....	305
<b>Fig. 291</b> – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo según la fase cronocultural. Obsérvese el alto valor que presentan los sílex del litotipo 2, especialmente en los niveles del Magdalenense superior final, indicando una aportación de elementos de grandes dimensiones al yacimiento .....	306
<b>Fig. 292</b> – Distribución de grupos de tipos primarios por niveles .....	307
<b>Fig. 293</b> – Distribución de los elementos de retoque simple por litotipos y niveles .....	308
<b>Fig. 294</b> – Distribución de los elementos de retoque abrupto por litotipos y niveles .....	309
<b>Fig. 295</b> – Distribución de los buriles por litotipos y niveles .....	310
<b>Fig. 296</b> – Distribución de los núcleos por litotipos y niveles .....	311
<b>Fig. 297</b> – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los grupos magdalenenses de Forcas I .....	312
<b>Fig. 298</b> – Localización de la Cova del Parco en el nordeste peninsular .....	317
<b>Fig. 299</b> – Principales accidentes geográficos del entorno de la Cova del Parco .....	318
<b>Fig. 300</b> – Planta del yacimiento con la superficie excavada entre 2001 y 2012 .....	318
<b>Fig. 301</b> – Representación de la EC40, con morfología de cubeta. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2010: 69 .....	322
<b>Fig. 302</b> – Industria sobre materias duras animales del Magdalenense de la Cova del Parco : 1) Alisador, 2 y 3) Azagayas, 4) Aguja, 5) Malacología perforada. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2007: 57 .....	324

<b>Fig. 303</b> – Sistemas operativos documentados : A) Talla sin arista guía, B) Talla con arista guía, C) Talla a partir de soportes carenados. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2007: 54 .....	326
<b>Fig. 304</b> – Industria lítica representativa del Magdaleniense superior de la Cova del Parco : 1-7) Elementos de dorso; 8) Truncadura; 9) Perforador; 14 y 15) Raspadores; 16) Raedera; 17-21) Núcleos. Dibujo: R. Álvarez. Fuente: Mangado <i>et al.</i> 2007 : 56 .....	327
<b>Figs. 305 y 306</b> – Calcedonia de elongación positiva en un sílex del tipo 1 (izq.) y <i>Charophyta algae</i> de un sílex de tipo 2 (dcha.). Observación al microscopio petrográfico con nícoles cruzados. Fuente: Mangado 2006 .....	330
<b>Fig. 307</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos identificados .....	332
<b>Figs. 308 y 309</b> – Secciones de algas carofitas observadas a la lupa binocular (izq.) y al microscopio petrográfico con luz paralela (dcha.) en sílex del litotipo 1 .....	332
<b>Fig. 310</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 1 de la Cova del Parco .....	333
<b>Figs. 311 y 312</b> – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular (izq.) y textura con micro y megacuarcos vista al microscopio petrográfico con nícoles cruzados (dcha.) en dos sílex del tipo 2 .....	335
<b>Fig. 313</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 2 de la Cova del Parco .....	335
<b>Figs. 314 y 315</b> – Aspecto textural a la lupa binocular de los sílex del tipo 3 .....	336
<b>Figs. 316 y 317</b> – Textura de microcriptocuarzo con relictos de micrita observadas al microscopio petrográfico con nícoles cruzados en sílex del litotipo 3 .....	337
<b>Fig. 318</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 3 de la Cova del Parco .....	338
<b>Figs. 319 y 320</b> – Cristales romboédricos de calcita o dolomita (izq.) y espículas silíceas (dcha.) observados a la lupa binocular en dos sílex del tipo 4 .....	339
<b>Fig. 321</b> – Vista con lupa binocular de un sílex del tipo 4 (sup.) y un sílex de la Formación Agua-Salenz (inf.) ...	339
<b>Fig. 322</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 4 de la Cova del Parco .....	340
<b>Figs. 323 y 324</b> – Secciones de alveolínidos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 5 .....	341
<b>Figs. 325 y 326</b> – Secciones de briozoos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 6 .....	342
<b>Figs. 327 a 330</b> – Secciones de <i>Lepidorbitoides</i> observadas a la lupa binocular en las tres piezas adscritas a este litotipo (figs. sup. e inf. izq.) y briozoo (inf. dcha.) presente igualmente en los sílex del litotipo 7 .....	343
<b>Figs. 331 y 332</b> – Vista a la lupa binocular de <i>Lepidorbitoides sp.</i> en dos sílex de Chalosse recuperados en Audignon. Muestras de la Litoteca Toulouse – Midi-Pyrénées .....	344
<b>Fig. 333</b> – Mapa de aprovisionamiento para el litotipo 7 de la Cova del Parco .....	344
<b>Fig. 334</b> – Presencia de córtex según los litotipos identificados. NC: No Cortical; CM: Córtex Marginal; MC: Medianamente Cortical; CD: Córtex Dominante; CT: Córtex Total .....	346
<b>Fig. 335</b> – Principales alteraciones observadas en los distintos litotipos .....	348
<b>Figs. 336 y 337</b> – Cúpulas térmicas en sílex del tipo 1 (izq.) y geoda recristalizada en sílex del tipo 2 (dcha.) observadas a la lupa binocular .....	348
<b>Fig. 338</b> – Vinculación de los distintos litotipos con las EC identificadas. En color más oscuro se observa el porcentaje de sílex de cada litotipo relacionado directamente con una EC .....	349
<b>Fig. 339</b> – Representación porcentual del valor del peso de cada litotipo .....	350
<b>Fig. 340</b> – Representación del peso teórico por efectivo para cada litotipo .....	351
<b>Fig. 341</b> – Distribución del conjunto de material retocado en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	353
<b>Fig. 342</b> – Distribución del litotipo 1 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	354
<b>Fig. 343</b> – Distribución del litotipo 2 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	356
<b>Fig. 344</b> – Distribución del litotipo 3 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	357
<b>Fig. 345</b> – Distribución del litotipo 4 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	358
<b>Fig. 346</b> – Distribución del litotipo 5 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	359
<b>Fig. 347</b> – Distribución del litotipo 6 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	360
<b>Fig. 348</b> – Distribución del litotipo 7 en la secuencia estratigráfica (en líneas discontinuas en las secciones, los límites entre las distintas fases del Magdaleniense delimitadas) .....	362
<b>Fig. 349</b> – Distribución de los restos faunísticos recuperados entre 2001 y 2012 .....	364
<b>Fig. 350</b> – Representación de los núcleos identificados para cada litotipo .....	365
<b>Fig. 351</b> – Distribución en planta de los núcleos según el tipo de sílex .....	367
<b>Fig. 352</b> – Representación de las raederas (sin contabilizar las R11) identificadas para cada litotipo .....	368

<b>Fig. 353</b> – Distribución en planta de las raederas según el tipo de sílex .....	369
<b>Fig. 354</b> – Representación de los raspadores identificados para cada litotipo .....	370
<b>Fig. 355</b> – Distribución en planta de los raspadores según el tipo de sílex .....	370
<b>Fig. 356</b> – Representación de los elementos de dorso identificados para cada litotipo .....	372
<b>Fig. 357</b> – Distribución en planta de los elementos de dorso según el tipo de sílex .....	372
<b>Fig. 358</b> – Representación de los buriles y perforadores identificados para cada litotipo .....	374
<b>Fig. 359</b> – Distribución en planta de la malacología, los buriles y los perforadores .....	374
<b>Fig. 360</b> – Clasificación tipológica de los elementos retocados en función del tipo de sílex .....	376
<b>Fig. 361</b> – Adscripción de la muestra de no retocados a los diferentes grupos identificados .....	378
<b>Fig. 362</b> – Representación del peso teórico por efectivo para los litotipos identificados en el material no retocado	379
<b>Fig. 363</b> – Distribución espacial en planta del material lítico retocado con la delimitación de posibles áreas de trabajo .....	380
<b>Fig. 364</b> – Localización del yacimiento y las diferentes áreas de captación de sílex susceptibles de haber sido explotadas por los magdalenenses de la Cova del Parco .....	382
<b>Fig. 365</b> – Localización de Laa2 (mapa geológico a escala 1:50.000). Fuente: Dumontier <i>et al.</i> 2010: 5. Modificado .....	392
<b>Fig. 366</b> – Esquema de la cavidad con las distintas salas identificadas. En rojo, el sondeo de la sala 4. Fuente: Dumontier <i>et al.</i> 2010 : 10 .....	395
<b>Fig. 367</b> – Núcleos de laminitas hallados en la UE 4010 (Magdaleniense medio). Fuente: Dumontier <i>et al.</i> 2010: 79 .....	396
<b>Fig. 368</b> – Elementos de proyectil en asta de cérvido. Fuente : Dumontier <i>et al.</i> 2010 : 89 .....	397
<b>Fig. 369</b> – Fragmento de omóplato de ciervo con grabados hallado en la UE 4010/4011. Fuente: Dumontier <i>et al.</i> 2010: 91 .....	397
<b>Fig. 370</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados .....	400
<b>Figs. 371 y 372</b> – Espículas de esponja observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 1 .....	401
<b>Figs. 373 a 376</b> – Contenido micropaleontológico del litotipo 2 observado a la lupa binocular. De izq. a dcha.: <i>Lepidorbitoides sp.</i> , <i>Siderolites vidali</i> , <i>Siderolites sp.</i> y alga verde marina .....	403
<b>Figs. 377 y 378</b> – Secciones de poríferos observadas a la lupa binocular en sílex del litotipo 3 .....	404
<b>Figs. 379 y 380</b> – Vista a la lupa binocular de secciones de algas carofitas (izq.) y de un gasterópodo lacustre (dcha.) .....	405
<b>Fig. 381</b> – Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Laa2 .....	408
<b>Fig. 382</b> – Ubicación geográfica del yacimiento de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 60 .....	410
<b>Fig. 383</b> – Secuencia estratigráfica de la <i>Caune</i> de Belvis. Fuente : Sacchi 1992 : 65 .....	411
<b>Fig. 384</b> – Puntas y elementos de proyectil microlíticos del Magdaleniense de Belvis. Fuente: Sacchi 1992: 70 ...	412
<b>Fig. 385</b> – Elementos de carácter ornamental de Belvis. Fuente : Sacchi 1992 : 75 .....	412
<b>Fig. 386</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados .....	413
<b>Fig. 387</b> – Textura de un sílex del litotipo 3 observada a la lupa binocular. En círculo negro, una espícula de esponja .....	416
<b>Figs. 388 y 389</b> – Textura a la lupa binocular de dos sílex del litotipo 4 .....	417
<b>Fig. 390</b> – Textura del litotipo 6 a la lupa binocular. Se observan en la imagen secciones de poríferos .....	418
<b>Fig. 391</b> – Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Belvis .....	419
<b>Fig. 392</b> – Localización del yacimiento de Crès. Fuente: Langlais <i>et al.</i> 2005 : 58 .....	421
<b>Fig. 393</b> – Ejemplos de elementos de proyectil de Crès. Fuente : Langlais <i>et al.</i> 2005 : 60 .....	422
<b>Fig. 394</b> – Distribución del sílex en función de los litotipos diferenciados .....	423
<b>Figs. 395 y 396</b> – Secciones de algas carofitas observadas a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 1 .....	424
<b>Figs. 397 y 398</b> – Pseudomorfos lenticulares de yeso observados a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 2 ..	425
<b>Figs. 399 y 400</b> – Secciones de poríferos observadas a la lupa binocular en dos sílex del litotipo 3 .....	426
<b>Fig. 401</b> – Distribución de las formaciones potencialmente utilizadas por los magdalenenses de Crès. En línea discontinua la propuesta de línea de costa según Langlais (2007: 20) .....	428
<b>Fig. 402</b> – Esquema de la Fluorescencia de Rayos X por dispersión de longitud de onda (WD-XRF). Fuente: Malainey 2011: 484 .....	442
<b>Fig. 403</b> – Esquema de un microscopio electrónico de barrido. Fuente: Malainey 2011: 489 .....	444
<b>Fig. 404</b> – Esquema de un espectrómetro de absorción atómica con lámpara de cátodo hueco. Fuente: Malainey 2011: 445 .....	447
<b>Fig. 405</b> – Esquema de un espectrómetro de masas por plasma acoplado inductivamente con ablación láser. Fuente: Pollard <i>et al.</i> 2007: 198 .....	452
<b>Fig. 406</b> – Esquema de un espectrómetro con interferómetro. Fuente: Malainey 2011: 461 .....	454
<b>Fig. 407</b> – Esquema de un espectrómetro Raman. Fuente: Malainey 2011: 464 .....	455



<b>Fig. 408</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Arqueológicas: Alonsé-T1, Montlleó-T1 y Parco-T1) .....	460
<b>Fig. 409</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Geológicas: Alberola, Candanos y Corbières) .....	461
<b>Fig. 410</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex lacustres (Geológicas: Peraltila y Zurita) .....	462
<b>Fig. 411</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Arqueológicas: Alonsé-T2, Montlleó-T2 y Parco-T2) .....	464
<b>Fig. 412</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Geológicas: Alins y VSSM) .....	465
<b>Fig. 413</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex evaporíticos (Geológicas: Paleoceno y Puy de Cinca) .....	466
<b>Fig. 414</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos “pigats” (Arqueológicas: Montlleó-T3 y Parco-T3) .....	469
<b>Fig. 415</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos “pigats” (Geológicas: Montgaillard y Montsaunès) .....	470
<b>Fig. 416</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos de tipo “Agua-Salenz” (Arqueológicas: Montlleó-T4 y Parco-T4) .....	471
<b>Fig. 417</b> – Difractogramas de las muestras pertenecientes a sílex marinos de tipo “Agua-Salenz” (Geológica: Agua-Salenz) .....	472
<b>Fig. 418</b> – Gráfico con los principales elementos mayoritarios en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	478
<b>Fig. 419</b> – Gráfico con los porcentajes de sílice en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	479
<b>Fig. 420</b> – Gráfico con los elementos mayoritarios (sin la sílice) en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	480
<b>Fig. 421</b> – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las distintas muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	482
<b>Fig. 422</b> – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex lacustres analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	483
<b>Fig. 423</b> – Gráfico con los elementos trazas seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex lacustres analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	484
<b>Fig. 424</b> – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex evaporíticos analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	485
<b>Fig. 425</b> – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex evaporíticos analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	485
<b>Fig. 426</b> – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos <i>pigats</i> analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	486
<b>Fig. 427</b> – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos <i>pigats</i> analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	487
<b>Fig. 428</b> – Gráfico con los elementos mayoritarios en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos de tipo Agua-Salenz analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	488
<b>Fig. 429</b> – Gráfico con los elementos traza seleccionados en las muestras arqueológicas y geológicas de sílex marinos de tipo Agua-Salenz analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	488
<b>Fig. 430</b> – Evolución de los glaciares en el macizo de la Maladeta. A: 50.000 – 16.000 BP; B: 16.000 – 15.000 BP; C: 14.000 – 13.000 BP; D: 11.000 – 10.000 BP. En rojo, el paso natural para atravesar el Puerto de Benasque. Fuente: Copons y Bordonau 1997. Modificadas .....	506
<b>Fig. 431</b> – Evolution des glaciers dans les montagnes de Maladeta. A: 50.000 – 16.000 BP; B: 16.000 – 15.000 BP; C: 14.000 – 13.000 BP; D: 11.000 – 10.000 BP. En rouge, le passage naturel pour traverser le Port de Benasque. Source : Copons et Bordonau 1997. Modifiées.....	524

\*\*\*

<b>Tabla 1</b> – Subdivisiones del Magdalenense según Breuil (1913) .....	9
<b>Tabla 2</b> – Dataciones de los yacimientos magdalenenses del Pirineo centro-oriental. Basado en Utrilla <i>et al.</i> 2010 (Modificado). Yac: Yacimiento; Niv: Nivel; Periodo: Periodo cultural; Fecha; Ref. Lab.: Referencia del Laboratorio; Met: Método, Mues: Muestra (C: Carbón, H: Hueso, HH: Huesos, P: Pigmento); Autoría. Resaltado en gris oscuro, los yacimientos estudiados en la presente tesis doctoral. Incluimos las fechas del yacimiento de Laa2, que pese a situarse en el Pirineo occidental, será analizado en el capítulo 10 .....	17
<b>Tabla 3</b> – Principales caractéristiques des silex inclus dans l’ensemble des Silex de Chalosse avec le traceur .....	

lithologique ressorti en orange .....	138
<b>Tabla 4</b> – Dataciones radiocarbónicas de Montlleó con su calibración. Fuente : Mangado <i>et al.</i> 2011: 29 .....	178
<b>Tabla 5</b> – Litologías explotadas en el yacimiento de Montlleó .....	188
<b>Tabla 6</b> – Dataciones magdalenenses del Abrigo de Forcas I. Basado en Utrilla y Mazo 2007 (modificado). Niv: Nivel; Periodo: Periodo Cultural; Fecha; Ref. Lab: Referencia del Laboratorio; Met: Método; M: Muestra. Recordemos que las dataciones convencionales expuestas en la tabla, pese a ser consideradas válidas, presentan unas horquillas cronológicas muy amplias .....	270
<b>Tabla 7</b> – Totalidad de la industria lítica del sondeo de la sala 4 de Laa2 y efectivos estudiados .....	399
<b>Tabla 8</b> – Porcentajes de las fases minerales presentes en las muestras geológicas y piezas arqueológicas analizadas mediante Difracción de Rayos X por semi-cuantificación .....	458
<b>Tabla 9</b> – Análisis cuantitativo de los elementos mayoritarios (en %) presentes en las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	475
<b>Tabla 10</b> – Análisis cuantitativo de los elementos trazas (en ppm) presentes en las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X .....	476
<b>Tablas 11 y 12</b> – Análisis cuantitativo interpretado de los principales elementos mayoritarios (en %) y de los elementos traza más precisos (en ppm) de las muestras arqueológicas y geológicas analizadas por Fluorescencia de Rayos X. La coloración indica los grandes grupos: color carne para los sílex lacustres, azul para los sílex evaporíticos, rosado para los sílex marinos <i>pigats</i> y verdoso para los sílex marinos de tipo Agua-Salenz .....	477
<b>Tabla 13</b> – Litotipos identificados en los siete conjuntos arqueológicos estudiados. Se especifican el nombre del yacimiento (Yacimiento), el momento cronocultural de ocupación (Etapa), el litotipo (Litotipo), el porcentaje de piezas retocadas adscritas (Ret) así como el de no retocadas (No ret), el tipo de explotación (Tipo Explot.), la distancia a las fuentes conocidas más próximas (Distancia Fuentes), el radio de explotación considerado (Radio Explot.) y las formaciones susceptibles de haber sido explotadas (Fuentes Potenciales). En fondo de gradiente verdoso las consideradas explotaciones puntuales (más oscuros los radios locales y más claros los radios exógenos). En fondo de gradiente rosáceo las consideradas explotaciones recurrentes (más oscuras las ubicadas en un radio exógeno y más claras las situadas en radios locales) .....	496
<b>Table 14</b> – Lithotypes identifiés dans les sept ensembles archéologiques étudiés. Sont spécifiés le nom du site (Site), le moment cronoculturel d'occupation (Étape), le lithotype (Lithotype), le pourcentage des pièces retouchées (Ret) et non retouchées (Non Ret), le type d'exploitation (Type Exploit), la distance aux sources connues plus proches (Distance Sources), le rayon d'exploitation considéré (Rayon Exploit) et les formations susceptibles d'avoir été exploitées (Sources Potentielles). En fond dégradé vert sont considérées les exploitations ponctuelles (plus foncées les rayons locaux et plus claires les rayons exogènes). En fond dégradé rose les considérées exploitations récurrentes (plus foncées les rayons locaux et plus claires les rayons exogènes) .....	514

