



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FECYT

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



2010
semana de la ciencia



UN VIAJE AL MADRID PANTANOSO DE HACE 10 MILLONES DE AÑOS

*El origen del sílex, su minería y sus usos desde la
Prehistoria a la actualidad*

10 de noviembre de 2010

Geólogos:

M^a Ángeles Bustillo (MNCN, CSIC)
José L. Pérez (MNCN, CSIC)
Ana M^a Alonso (IGE, CSIC-UCM)

Arqueólogos:

Enrique Capdevilla (IH, CSIC)
Marta Capote (IH, CSIC)
Cristina Casas (IH, CSIC)
Nuria Castañeda (IH, CSIC)
Susana Consuegra (IH, CSIC)
Cristina Criado (IH, CSIC)
Pedro Díaz-del-Río (IH, CSIC)
Aurora Nieto (IH, CSIC)



CSIC



UCM

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO DE GEOLOGÍA ECONÓMICA



museonacionaldecienciasnaturales

INTRODUCCIÓN

Esta ruta científica coorganizada por investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Instituto de Geología Económica (UCM-CSIC) e Instituto de Historia (CSIC) pretende ilustrar de una forma didáctica porque el sílex es un ejemplo de que existen evoluciones inorgánicas, y como este sílex es extraído en una zona de minería neolítica situada en Vicálvaro (yacimiento arqueológico de Casa Montero). El sílex es una roca que puede transformarse por el paso del tiempo, diciéndose de ella que "envejece". Sus etapas de envejecimiento van configurando aspectos relativos a su dureza, fragilidad...etc., que son aprovechados por el hombre del Neolítico para fabricar utensilios líticos apropiados, en la zona de Vicálvaro.

Químicamente la sílice (SiO_2) se puede acomplejar con radicales orgánicos, y esta es la causa de que los primeros registros de **C** orgánico estén también en rocas formadas por sílice, con una edad de 3.900 millones de años, aunque este último dato está en discusión.

El sílex es una roca minoritaria en los registros geológicos, pero curiosamente es una roca que ha resultado muy interesante para el hombre ya que nos ha permitido conocer las formas más primitivas de la vida en la Tierra, y además, ha desempeñado un papel importante en la Prehistoria.

1. GEOLOGÍA DE LA CUENCA DE MADRID

1.1. Marco geológico

La Cuenca de Madrid y la Depresión Intermedia, también denominada Cuenca de Loranca, forman en conjunto lo que se denomina Cuenca del Tajo (Fig. 1), cuya extensión es de unos 20000 km². Las dos cuencas se separaron por el levantamiento de la Sierra de Altomira, al final del Paleógeno. La Cuenca de Madrid es una cuenca intracratónica, en la que la estructura de sus márgenes está condicionada por los esfuerzos que afectaron al margen de la Placa Ibérica durante los movimientos alpinos.

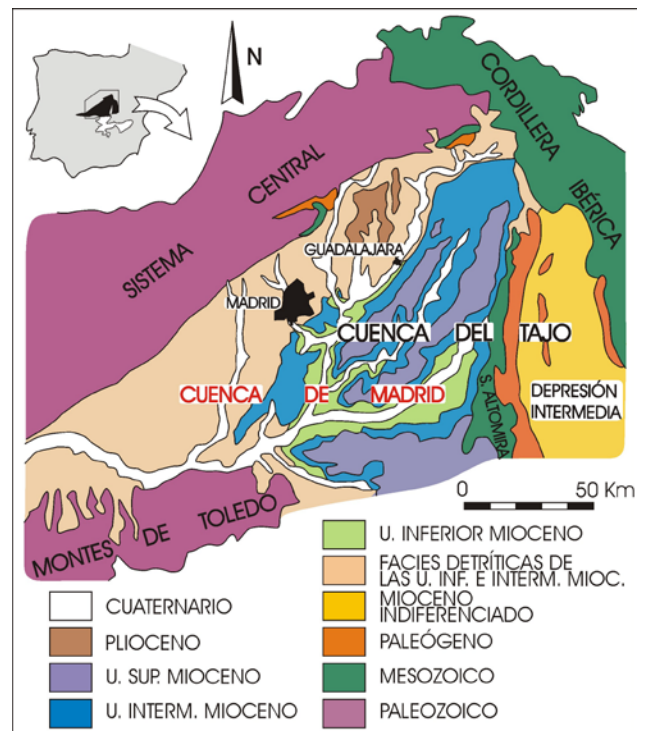


Fig. 1. Esquema geológico de la Cuenca del Tajo.

El margen norte de la cuenca está constituido por el basamento

granítico y las rocas metamórficas del Sistema Central. El contacto con los sedimentos terciarios es mediante un cabalgamiento. El margen sur de la cuenca, los Montes de Toledo, está formado por granitos y rocas metamórficas de alto grado, cuyo contacto con los depósitos terciarios es también mediante un cabalgamiento. Los márgenes orientales, Cordillera Ibérica y Sierra de Altomira están formados esencialmente por materiales mesozoicos.

1.2. Los sedimentos y las rocas de la Cuenca de Madrid

Durante el Terciario, la Cuenca de Madrid fue una depresión cerrada, que casi nunca tuvo conexión con el mar. Esta cuenca cerrada se rellenó durante decenas de millones de años por sedimentos de origen continental. Estos sedimentos están muy bien estratificados y son distintos dependiendo de su edad y del ambiente en que se depositaron.

Los materiales más antiguos que rellenan la Cuenca de Madrid, pertenecen al Paleógeno (65.5 a 23.03 Ma). Sólo se pueden observar actualmente en las zonas próximas a los relieves montañosos, aunque en sondeos profundos realizados en zonas más centrales de la cuenca, también se cortan. Los depósitos paleógenos se formaron cuando se estaban levantando los relieves montaño-

sos, por eso generalmente están plegados.

Las rocas que normalmente vemos en los alrededores de Madrid y que visitaremos hoy, no están plegadas, sino generalmente horizontales. Son más modernas y corresponden al Neógeno, siendo los depósitos miocenos (23.03 a 5.33 Ma) los más representativos, aunque también son muy importantes, los materiales pliocenos y cuaternarios.

Los sedimentos neógenos de la Cuenca de Madrid están muy bien estratificados, por ello dentro de este conjunto se pueden reconocer tres unidades miocenas (inferior, intermedia y superior Fig. 2), y una unidad pliocena, además de los depósitos cuaternarios. Todos estos depósitos son continentales, es decir se depositaron en ambientes sin influencia marina. En las zonas cercanas a los relieves montañosos, son sedimentos detríticos (conglomerados y areniscas), cuyo tamaño de grano disminuye según nos alejamos del frente montañoso. Según vamos a zonas más interiores de la Cuenca, podemos reconocer, arcillas, calizas e incluso evaporitas (yesos, halita...). Estos materiales se formaron en zonas distales de abanicos (Fig. 3) o en lagos, en general someros. Si el ambiente era muy árido en los lagos se formaban evaporitas; en climas semiáridos se formaban sobre todo carbonatos (calizas).

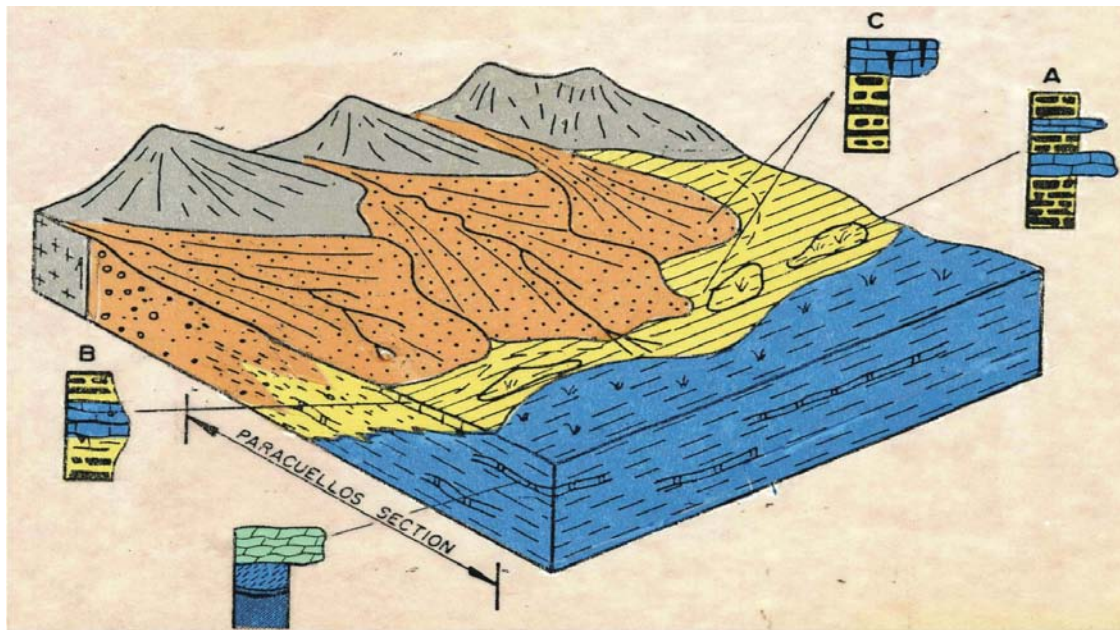


Fig.3. Paleogeografía del Mioceno en la Cuenca de Madrid.

La sedimentación durante el Terciario no fue ni mucho menos continua. Hubo etapas largas sin sedimentación (discontinuidades sedimentarias), que son las que permiten definir los límites entre las tres unidades miocenas. Durante los periodos largos sin sedimentación, los depósitos ya formados sufrieron modificaciones importantes, pudiendo presentar los carbonatos y yesos procesos de karstificación. La superficie de karstificación permite situar muy bien los límites entre las Unidades Inferior e Intermedia, y también Intermedia-Superior.

Durante el cuaternario tuvo lugar en encajamiento de los sistemas fluviales que vemos en la actualidad. Estos ríos erosionaron parte de los materiales depositados, generando cortados que posibilitan la observación de los depósitos terciarios.

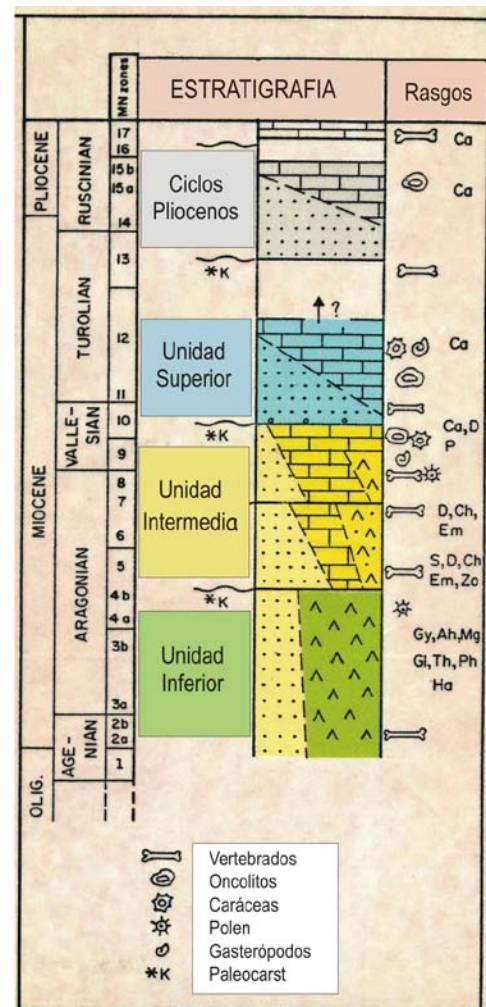


Fig.2. Estratigrafía de la Cuenca del Tajo.

El sílex en la cuenca de Madrid, aparece mayoritariamente en el Mioceno. Se origina por silicificación de arcillas, calizas o yesos, que se habían formado mayoritariamente en un ambiente de lagos someros, charcas y zonas pantanosas.

1.3- El sílex

¿Qué es el sílex?

El sílex es una roca sedimentaria formada fundamentalmente por minerales de la sílice (SiO_2). Los dos minerales de la sílice más frecuentes son el cuarzo y el ópalo. El ópalo es una fase que encierra mucha agua (entre un 6 y un 20%, normalmente), y realmente no es un mineral único ya que se diferencian diferentes tipos, siendo los más usuales el ópalo A (sílice amorfa) y el ópalo CT (sílice parcialmente cristalizada formando intercalaciones de cristobalita y tridimita de baja temperatura). En sentido estricto, un sílex debe estar constituido mayoritariamente por cuarzo, siendo los minerales opalinos minoritarios. Cuando los minerales opalinos aparecen en cantidades significativas, a la roca la denominamos sílex opalino o incluso simplemente ópalo si son predominantes. Sílex y ópalos se conocen genéricamente como rocas de la sílice. Estas rocas también pueden incluir otros minerales diferentes a los de la sílice, y así calcita, dolomita, yeso y minerales de la arcilla son componentes habituales que aparecen en pequeñas proporciones.

¿Cómo se forma el sílex?

El sílex es una roca que se forma por la acumulación y compactación de organismos silíceos (algas como las diatomeas, espículas de esponjas silíceas...etc) o por el ataque de disoluciones silíceas a otras rocas. Este ataque supone la disolución de la roca precedente (caliza, dolomía, yeso etc..) y la precipitación de los minerales de SiO_2 (cuarzo y ópalo fundamentalmente), que suelen reemplazar perfectamente lo que encuentran. Este reemplazo tan minucioso, denominado silicificación, hace que se pueda ver como era la roca anterior (forma y tamaño de los cristales, microfósiles que tenía... etc.) y a su vez, le da identidad propia al sílex.

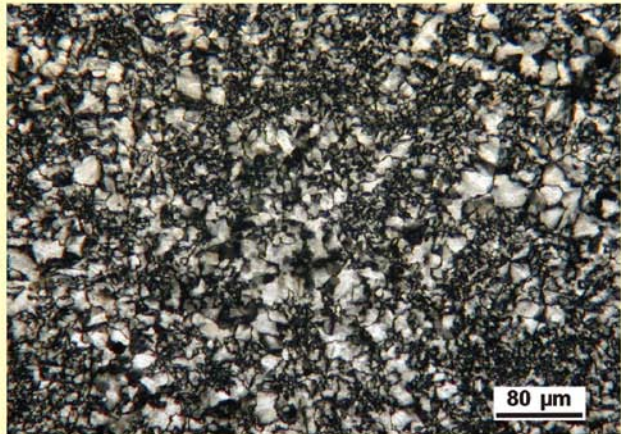
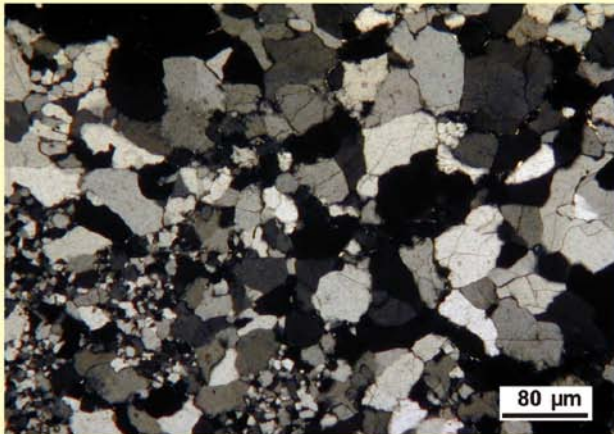
En los lagos, lo más frecuente es que las acumulaciones de diatomeas originen sílex al compactarse. En los niveles de sílex que se visitarán en esta ruta científica esto no sucedió porque no hay diatomeas. El ataque de rocas precedentes (calizas, dolomías y arcillas magnesianas) es lo que originó todos los tipos de sílex y ópalos que se van a observar. En general, los procesos de silicificación son más frecuentes si hay aguas freáticas subterráneas, y suceden sobre todo en la parte más alta de estos niveles de aguas subterráneas.

¿Cómo se caracteriza?

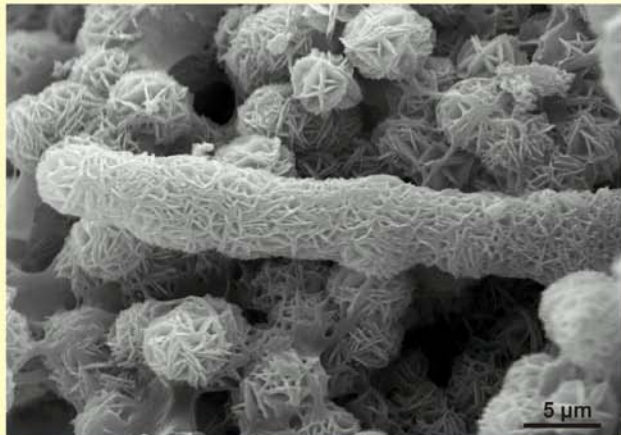
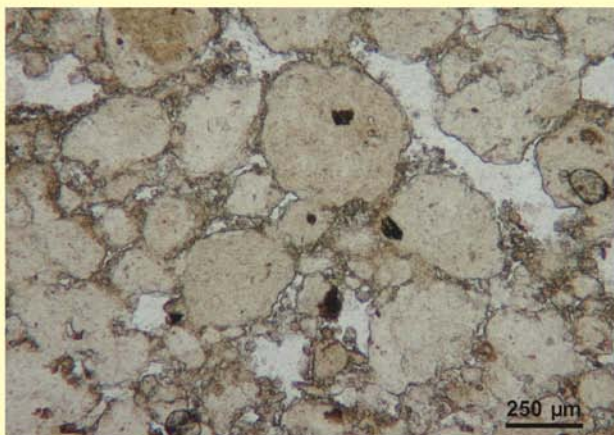
A simple vista la caracterización del sílex es compleja. Cuando esta formado por cuarzo tiene aspecto más cristalino y es más pesado. A medida que en su composición aparece ópalo toma brillo resinoso y pesa menos. El color suele estar asociado a las impurezas mineralógicas (calcita, arcillas, yeso....etc.) y a la composición química, siendo el Fe el elemento que produce los mayores cambios de color.

Las técnicas preferibles para su caracterización son la microscopía óptica de luz transmitida y la difracción de Rayos X (DRX). Con la microscopía vemos los caracteres distintivos que le confieren su identidad, como son las formas y tamaños de los cristales (LÁMINA 1) y aquellos aspectos que heredan de las rocas que se reemplazaron. Con DRX, determinamos de una forma precisa el tipo de ópalo y los otros minerales no silíceos que puedan aparecer,

LÁMINA 1



Dos aspectos de los sílex de cuarzo de las explotaciones de Casa Montero. Las fotos están realizadas con un microscopio óptico de luz transmitida y polarizada en dos direcciones perpendiculares. Los cristales de cuarzo muestran varias formas y tamaños y tienen colores blancos y grises. El ancho de estas dos fotomicrografías equivale a unos 2mm.



En microscopía óptica y con nícoles paralelos (foto de la izquierda) el ópalo es marrón y presenta estructura globular. No se advierten cristales porque son tan pequeños que no se pueden ver con el microscopio óptico. Hay que observar los ópalos en un Microscopio Electrónico de Barrido (foto de la derecha), para poder ver los cristales que son como placas que se cruzan formando esferas. El ancho de la foto del Microscopio Electrónico equivale a 40 micras.

y que en la mayoría de los casos son restos de la roca reemplazada. El Microscopio Electrónico de Barrido (MEB o SEM en siglas en inglés) permite hacer observaciones con mucho aumento, que se utilizan para resolver problemas específicos, cuando los estudios con la microscopía óptica no son suficientes. De igual forma, los análisis químicos con diferentes técnicas analíticas son utilizados después de los estudios microscópicos y de DRX, cuando se necesitan determinaciones muy precisas que las técnicas anteriores no han podido resolver.

2. ARQUEOLOGÍA PREHISTÓRICA EN LA CUENCA DE MADRID: UNA BREVE INTRODUCCIÓN

Las primeras evidencias de ocupación humana en la cuenca de Madrid datan en torno a los 500.000 años antes del presente. Se trata de restos de herramientas en piedra y fauna contemporánea recuperadas fundamentalmente en las cuencas de algunos ríos de la Comunidad. De todos ellos destacan las terrazas de los ríos Jarama y Manzanares, que por aquellos momentos se encontraban en formación.

Algunos yacimientos del Jarama han alcanzado fama internacional, como es el caso de Áridos, en las proximidades de Arganda. En este lugar, hace unos 400.000 años, carroñearon los restos de un elefante de casi 5 toneladas, dejando atrás un conjunto de herramientas en piedra necesarias para despiezarlo parcialmente.

Desde entonces, la ocupación humana ha sido prácticamente continua, aunque evidentemente los restos arqueológicos son más abundantes y están mejor conservados a medida que nos aproximamos a periodos más recientes. Esto no sólo es el resultado del tiempo transcurrido y de los fenómenos naturales que afectan a la conservación de los depósitos arqueológicos, sino también la consecuencia de un gradual incremento en el impacto de los grupos humanos sobre el entorno. Es por ello que los arqueólogos consideran al Neolítico como un periodo clave en la evolución de los grupos sociales, en cuanto la introducción de la economía de producción (el cultivo de productos vegetales y la ganadería) en torno al 5.000 a.C. aumentó la capacidad de control y transformación del medio.

Los antecedentes silvestres de los animales y cereales domésticos (los llamados "agriotipos") no existían en la Península Ibérica, sino que fueron introducidos a partir de una de las zonas en las que se originó la agricultura: el Próximo Oriente. Los mecanismos por los cuales los domésticos llegaron a la Península son a día de hoy objeto de debate. Algunos autores consideran la posibilidad de una colonización por parte de grupos del Mediterráneo central, mientras otros creen que los mecanismos de intercambio de objetos entre grupos explican suficientemente, y con una mayor simplicidad, dicho proceso. Sea como fuere, lo cierto es que a partir del Neolítico las sociedades se sedentarizaron paulatinamente e incre-

mentaron su dependencia de los productos que ellas mismas cultivaban y pastoreaban. Además, las propias necesidades de la producción de alimentos modificaron las formas de vida y herramientas requeridas para la reproducción de la vida de estos grupos. Estos cambios cuentan con un fiel reflejo en los utensilios en piedra y cerámicas que se recuperan en las excavaciones arqueológicas.

En la cuenca de Madrid contamos con evidencias puntuales de asentamientos neolíticos. La dispersión de restos en las proximidades y las propias cuencas fluviales indica una predilección por los terrenos más fértiles y ecológicamente variados de Madrid. Es por tanto algo paradójico que el primer yacimiento neolítico de entidad que conocemos en extensión sea la mina de sílex que visitaremos en esta excursión: un lugar en el que no se vivió, sino que se visitó para obtener la materia prima necesaria para fabricar parte de sus herramientas.

Con posterioridad, y ya durante la Edad del Cobre (c. 3000 a.C.), eclosiona el poblamiento agrícola, y se multiplican las evidencias de poblados en toda la zona, una situación que continuará a lo largo de toda la Prehistoria reciente.

¿Cómo se encontró la explotación de sílex de Casa Montero?

Ya desde hace unos años, exactamente desde 1985 con la transferencia a la Comunidad de Madrid de las competencias en materia de Patrimonio Histórico, la mayor parte de los hallazgos arqueológicos se realizan como consecuencia de la realización de obras de construcción. La legislación obliga a que con carácter previo al comienzo de cualquier obra se realicen prospecciones arqueológicas y/o paleontológicas para determinar si existen restos que se puedan ver afectados. Pues bien, este es el caso de las obras de la autovía de circunvalación a Madrid M-50. La explotación minera de Casa Montero se descubrió cuando se realizaban esos trabajos previos, en los meses de julio y agosto de 2003. Desde entonces un equipo de arqueólogos y geólogos colaboran para conocer en profundidad uno de los descubrimientos arqueológicos más relevantes de los últimos años. De hecho, su importancia y singularidad han provocado que la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid haya conseguido desviar la carretera para salvaguardar la mayor parte del yacimiento.

En Casa Montero se aprovisionaban de sílex desde el Paleolítico

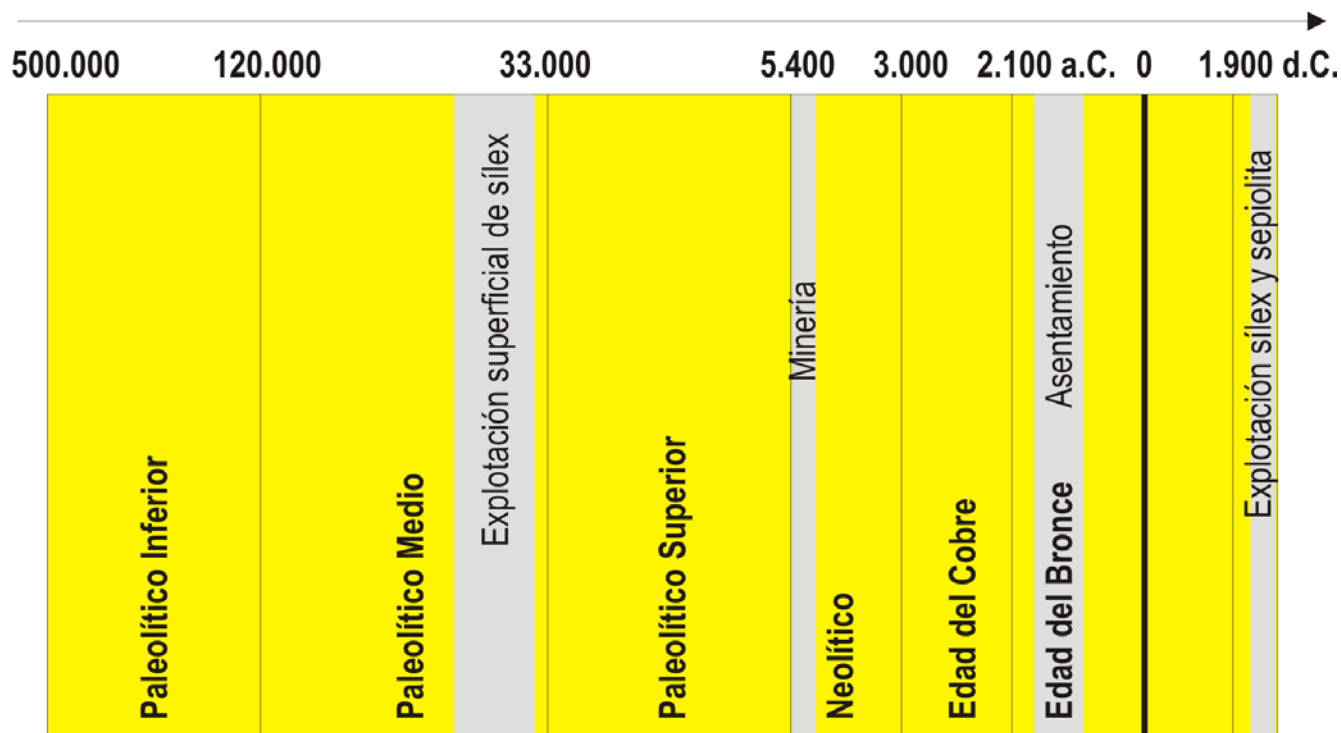


Fig. 4. Esquema de los momentos en que fue explotado el sílex de Casa Montero, con indicación de la escala temporal.

Así es, la presencia en superficie de utensilios de sílex que por su forma pertenecían a épocas muy anteriores a la de los pozos, hizo pensar desde el principio a los arqueólogos que en Casa Montero se había producido durante el Paleolítico medio (Pleistoceno superior) el aprovechamiento de los afloramientos de sílex de la zona. Las excavaciones arqueológicas indican que no sólo se recogió el sílex de Casa Montero sino también que aquí mismo realizaron sus herramientas (taller). Estas actividades no debieron ser esporádicas, a juzgar por los posibles restos de combustión que se han localizado.

La minería de sílex neolítica

Pese a la relevancia de los hallazgos paleolíticos, la minería neolítica de Casa Montero es la primera explotación minera de sílex conocida en la Península Ibérica y por ello uno de los hallazgos arqueológicos más relevantes de los últimos años. En Europa se conocen más de 50, las más relevantes, tanto por su tradición en la investigación como por su tamaño son: el complejo belga de Spiennes, el holandés de Rijckholt St. Geertruid, las minas británicas de Grimes Graves y el área minera de Krzemionki (Polonia). Todas ellas fueron descubiertas a finales del siglo XIX o principios del siglo XX y las investigaciones en torno

a ellas continúan dando inmejorables resultados.

La singularidad del yacimiento de Casa Montero, la intensidad de la explotación y el volumen de información que está ofreciendo a los prehistoriadores, hacen de estas minas un documento arqueológico excepcional.

¿Cómo extraían el sílex los mineros neolíticos?

Al contrario que en el Paleolítico, durante el Neolítico en Casa Montero se extrajo el sílex de los estratos existentes en profundidad. Para ello excavaban unos pozos que les permitían acceder hasta el sílex. Hasta el momento, en una superficie de 4 ha se han documentado unos 3897. De ellos tan sólo se han excavado 324, los restantes quedarán para futuras investigaciones.

Se han identificado dos tipos de pozo, las diferencias formales de cada tipo obedecen probablemente a las características y lugar de aparición de las diferentes clases de sílex. En la zona Este del yacimiento los pozos son irregulares, las paredes, como su nombre indica, son poco uniformes y su profundidad máxima no rebasa los 2,5 m. De ellos se extraía el sílex nodular (arriñonada). Sin embargo, los pozos más frecuentes son los de tipo chimenea, su boca tiene un diámetro máximo de 1,60 m y las paredes, absolutamente verticales, descienden en ocasiones hasta los 7,35 m de profundidad. El sílex obtenido en estos pozos procede de niveles más o menos continuos en los que la piedra aparece en forma de

tabletas. Las bocas de estos pozos si presentan variaciones pues se presentan en embudo, en cubeta o cilíndricas en función de la consistencia de los estratos superficiales.

Las minas se excavaban con herramientas fabricadas en madera, asta y por supuesto piedra. Debido a los problemas de con-

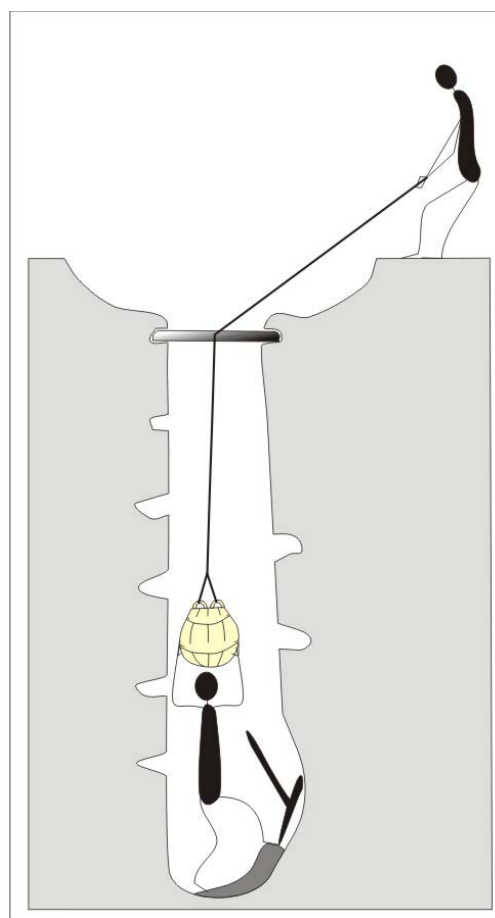


Fig. 5. Esquema del sistema de excavación de los pozos neolíticos en Casa Montero.

servación de la materia orgánica tan sólo se han podido recuperar las herramientas de piedra. Se trata de picos de sílex, mazas y percutores de cuarcita. Esportones de fibras vegetales o piel tirados de cuerdas vegetales o tendones permitirían extraer la tierra y el sílex del interior de la mina.

La estrechez de los pozos facilitaba el descenso y ascenso en su interior, quizás con ayuda de cuñas de madera o escalas de cuerda que tampoco han llegado hasta nosotros. Un conjunto de pates u oquedades alineados a distancia regular y que servirían a modo de escalera son las únicas evidencias para hacer practicable el pozo.

Durante el proceso de excavación extraían el sílex de los niveles atravesados. Ya fuera del pozo, en la boca de éste, se procedía a seleccionar la mejor piedra, a descortezarla y a preparar exclusivamente lo que transportarían al poblado. Todos los residuos de estas operaciones, junto con la tierra sacada volvían a echarse al interior de las minas, que de esta forma quedaban tapadas. Sin embargo, el hecho de que pese a la proximidad de los pozos éstos no se corten indica que de alguna forma quedaban señalizados. Este dato, junto a la similitud de los pozos y

cierta organización de éstos (agrupaciones, alineaciones) indican probablemente la existencia

de una estrategia diseñada por un determinado grupo social para la explotación de Casa Montero.

¿Qué queda en los pozos, qué se llevaron y para qué?

En los 324 pozos excavados se han recuperado 65 Tn de material lítico en sílex. Éste se recupera junto con la tierra al hacer la excavación arqueológica de los rellenos que intencionadamente fueron arrojados a los pozos para cegarlos tras su explotación. Entre estos materiales hay restos fortuitos, producidos al romper los niveles de sílex, y restos intencionados obtenidos durante el proceso de talla y que configuran lo que se denomina Cadena Operativa. Cada gesto pensado y estudiado de la talla produce un tipo de resto que por sus características (tamaño, presencia o no de corteza, forma...) nos indica a qué paso de la Cadena pertenece. En realidad, se trata de conocer un sistema de fabricación a partir de sus residuos.

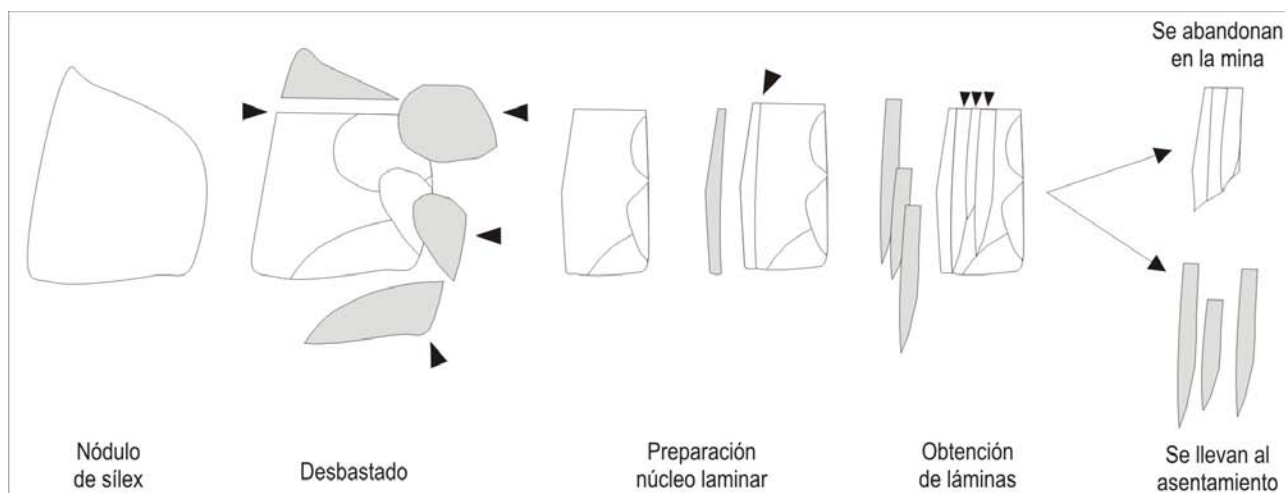


Fig. 6. Cadena Operativa para la obtención de láminas de sílex, en Casa Montero.

Pues bien los residuos de Casa Montero indican que lo que fabricaban eran soportes laminares: objetos con 2 filos, siempre más largos que anchos y que especialmente adecuados para la posterior fabricación de las herramientas neolíticas. Encontramos toda la Cadena Operativa (lascas de descortezado, de configuración, núcleos con distinto grado de agotamiento...) pero no se hallan ni los soportes laminares ni, por supuesto, las herramientas. Los soportes eran transporta-

dos a los poblados donde a medida que se requería se fabricaban los distintos útiles. Es muy probable también que una parte de esos soportes fueran intercambiados por otros productos.

Los residuos líticos de Casa Montero van a permitir reconstruir con mucha precisión los procesos de fabricación y con ello conocer el grado conocimiento y previsión de nuestros antepasados neolíticos (LÁMINA 2).

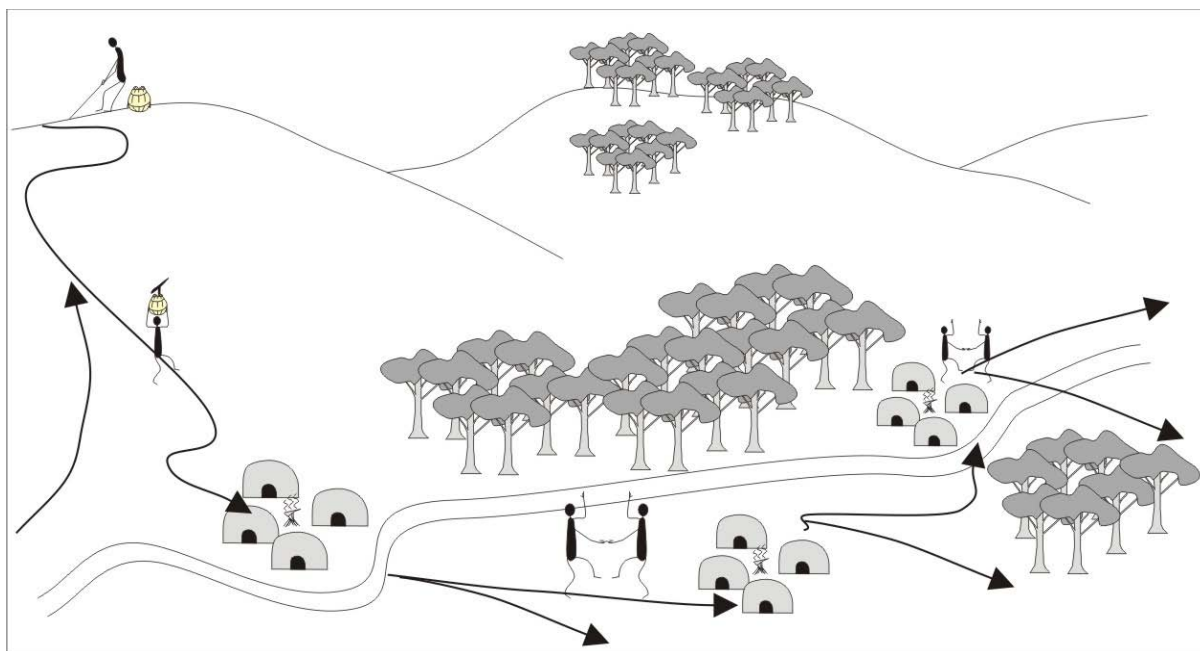


Fig. 7. Esquema hipotético de la distribución e intercambio de los soportes laminares de sílex desde su fabricación en Casa Montero hacia los poblados.

Frente a la abundancia de restos líticos, tan sólo se ha recuperado cerámica en 23 de los pozos. Son fragmentos de recipientes fabricados a mano, con pastas y acabados de buena calidad. Las formas son profundas (ollas, orzas y contenedores), en un caso con la base cónica y las superficies externas presentan en ocasiones decoración, generalmente

mediante la combinación de varias técnicas (impresión, almagra, acanalado y aplicaciones plásticas). El conjunto cerámico, aunque escaso es muy representativo de los momentos iniciales del Neolítico en la Meseta y posibilita una adscripción cronológica muy certera (c. 5300/4700 años a.C.) mediante los paralelos con otros-

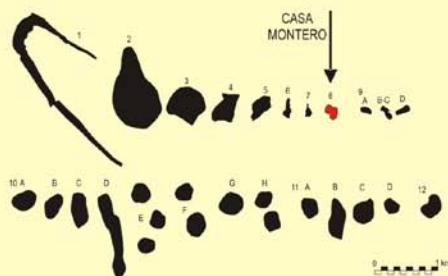
yacimientos como la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia).

Las dataciones de Carbono 14 realizadas sobre 12 muestras de

LÁMINA 2



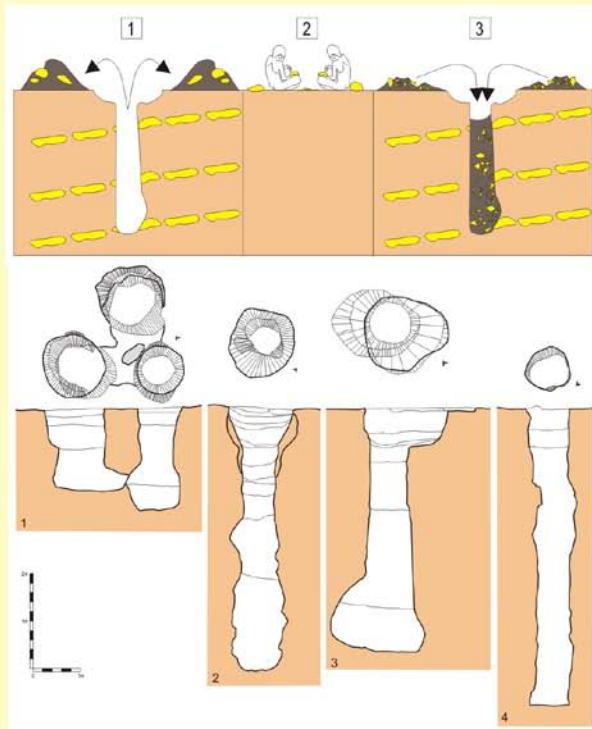
Planimetría a escala de Casa Montero.



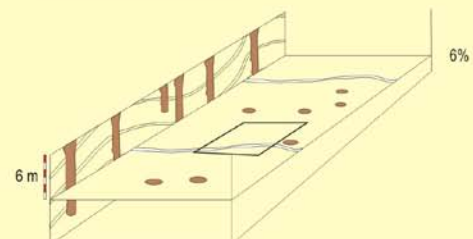
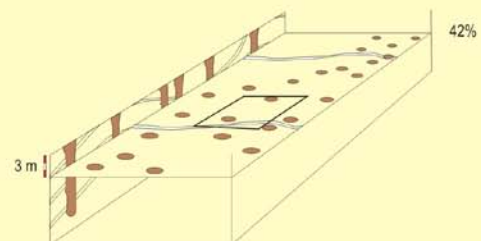
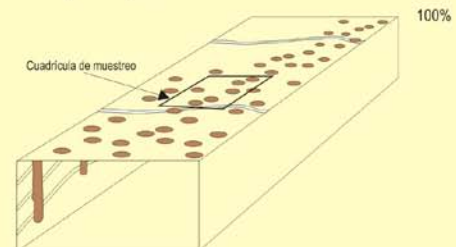
Comparación a escala de Casa Montero con otras minas neolíticas europeas.



Grupo Dani de Irian Jaya tallando piedra. El grupo incluye jóvenes y niños, e ilustra el proceso de aprendizaje (Hampton 1999).



Reconstrucción del proceso de excavación, talla del sílex y colmatación de un pozo minero en Casa Montero. Abajo: secciones de varios tipos de pozos.



Proceso actual de excavación selectiva de Casa Montero.

carbón así como otras evidencias del yacimiento sugieren que la mina pudo explotarse durante un periodo relativamente breve de tiempo, quizás no más de ocho generaciones. Estos acontecimientos mineros se concentraron entre el 5400 y 5200 AC.

PARADA 1: PARACUELLOS DE JARAMA – VISTA GENERAL DE LOS SE- DIMENTOS NEÓGENOS

¿Dónde estamos?

Nos situamos en los cortados del Río Jarama, donde tenemos una buena observación de los materiales neógenos de la zona norte de la Cuenca de Madrid. En esta zona aflora la totalidad de la Unidad Intermedia del Mioceno.

¿Qué materiales vemos?

Estamos viendo unos 110 m de sedimentos bien estratificados, y en general, de color beige. La mayor parte de los sedimentos son blandos y se pueden disgregar fácilmente. Estos sedimentos proceden de la erosión de los granitos del Sistema Central y han sido transportados y depositados en sistemas de abanicos aluviales.

Los sedimentos están formados sobre todo por clastos de cuarzo y feldespatos, fragmentos de granitos, y algunas micas, de distinto tamaño. El tamaño de los clastos disminuye según aumenta la distancia al área fuente (el Sistema Central). Es decir, que pasamos de sedimentos con clastos de tamaño grueso (cm) a sedimentos formados por granos de menor tamaño (mm o inferior).

Estos sedimentos, en los que los granos tienen un tamaño comprendido entre 0.06 y 2 mm, se denominan arenas, y en este caso específico, arcosas, debido a su alto contenido en feldespatos. Si nos desplazamos a zonas más centrales de la Cuenca, aumenta la proporción de granos aún más finos, formándose depósitos de arcillas (zonas distales de abanicos), calizas y yesos (lagos).

Además de las variaciones laterales, hay variaciones en la vertical, así, en la parte inferior observamos niveles de arcosas finas, arcillas, y carbonatos. Mientras que en la parte superior, solo vemos arcosas. Este cambio, permite diferenciar dos unidades o secuencias dentro de la Unidad Intermedia. El hecho de que la secuencia inferior esté formada por sedimentos más finos y tenga intercalaciones de carbonatos, indica que los sedimentos de la primera secuencia del área de Paracuellos se formaron en zonas distales de los abanicos aluviales y en pequeñas charcas. Por el contrario en la secuencia superior, el ambiente es de abanicos aluviales en sus partes medias. Todo esto sugiere una progradación de los abanicos aluviales, hacia el interior de la Cuenca, probablemente relacionado con movimientos tectónicos de elevación del Sistema Central.

PARADA 2: LOS BERROCALES

¿Dónde estamos?

Nos seguimos situando en los cortados tallados por el Río Jarama, también estamos en la Unidad Intermedia del Mioceno, pero en depósitos algo más modernos (están más altos) y en zonas más centrales de la Cuenca, es decir más alejadas de los relieves montañosos. En estas zonas, además de sedimentación en ambientes aluviales, también se formaban pequeños lagos.

¿Qué materiales vemos?

Los niveles que observamos en esta parada son muy variados. Nos llama la atención sobre todo el nivel duro. Este nivel está formado por sepiolita silíceo, ópalo y algo de sílex.

La sepiolita, también conocida como espuma de mar, es una arcilla rica en magnesio. Desde antiguo se ha utilizado para tallar piezas decorativas y pipas. Entre 1735 y 1808 se preparaba con sepiolita de Vallecas la pasta de la porcelana del buen Retiro.

El yacimiento más importante del mundo de este mineral, dada su pureza (superior al 90%) y su magnitud (70 % de las reservas mundiales) es el depósito situado en la región de Vallecas-Vicálvaro (Madrid) y que se explota a cielo abierto muy cerca de las carreteras M40 y M45.

Los múltiples usos de la sepiolita son consecuencia de sus propiedades reológicas (capacidad de deformación y flujo), tixotropía (cambio en la resistencia a la de-

formación), alta superficie específica, baja capacidad de cambio y, sobre todo, su elevado poder absorbente. Por ello se utilizan en:

- Como absorbentes, para lechos de animales, suelos...
- Como soporte en aerosoles y aerogeles para pesticidas y fertilizantes.
- Por sus propiedades adsorbentes, en la purificación de productos de petróleo, azúcar...
- En procesos de filtración, floculación y clarificación.
- Por sus propiedades reológicas, en lodos de perforación con base de agua salada, farmacia, pinturas, resinas, cosmética.
- En cerámica y aislantes.
- En nutrición animal.

En esta parada de Los Berrocales vemos que la base del estrato es más homogénea, pero la mayor parte es una especie de brecha (fragmentos angulosos). La sepiolita puede precipitar en aguas lacustres que sean algo alcalinas (pH mayor que 7) y ricas en magnesio. Así se formaría un depósito de sepiolita relativamente homogéneo, y la brecha se formará posteriormente, cuando el lago se deseca por evaporación y debido también a la penetración de raíces que buscan el nivel de agua, que va bajando según aumenta la evaporación. Estos ambientes lacustres con importantes periodos de desecación se denominan palustres. Las rocas que hoy vemos son resultado de muchos procesos inorgánicos de precipitación de minerales y otros biológicos que influyen también

en esta precipitación y además transforman las rocas ya formadas.

La silicificación de la sepiolita produjo fundamentalmente ópalo, y debido al reemplazamiento tan perfecto que tuvo lugar, observamos en la actualidad todo un conjunto de estructuras palustres. Estas estructuras nunca las hubiéramos visto, si no se hubiera silicificado y sirven para interpretar el ambiente de formación y las transformaciones de la roca. El ópalo en este punto casi no está transformado a cuarzo, no existiendo casi envejecimiento.

PARADA 3: CORTE GEOLÓGICO DE CASA MONTERO

¿Que hay en el interior del cerro donde los grupos neolíticos excavaron sus minas?

El mapa geológico 1:50:000 de la zona donde está enclavada la explotación neolítica de Casa Montero (LÁMINA 3) nos revela que nos encontramos en una serie sedimentaria formada por arcillas, dolomías, y sílex. Las rocas sedimentarias pertenecen a la Unidad Intermedia del Mioceno (Alberdi et al. 1985) y son adscritas al Aragoniense (entre 11 y 17 millones de años).

Las observaciones de los afloramientos naturales solo dejan ver claramente los niveles más duros y compactos, y son los cortes practicados por carreteras y diferentes construcciones los que permiten estudiar en profundidad las características de las arcillas, dolomías y sílex. En las secciones realizadas durante las excavaciones arqueológicas, (ahora inexistentes como consecuencia del vaciado realizado en la construcción de la autovía), se han encontrado cinco niveles diferentes de rocas silíceas compactas, y otros, de naturaleza dolomítica que también son muy densos. Los niveles son muy delgados (30 cm máximo), y están formados por nódulos o pequeñas capas lenticulares que desaparecen lateralmente.

El origen del sílex, su minería y sus usos desde la Prehistoria a la actualidad.

This topographic map depicts the region around San Fernando de Henares. The Tago river is shown flowing through the landscape, with several tributaries and reservoirs. Key urban areas include Vicalvaro, El Estanque, and San Fernando de Henares. The map features contour lines indicating elevation, with a scale bar showing 1 km. Various geographical features such as hills, valleys, and industrial zones are labeled.

TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO MEDIO	ARAGONIENSE	SUP.
			MEDIO	
			INF.	

- 2 Yeso masivo
- 3 Yeso laminado y nodular con arcillas verdes y marrones
- 4 Arcillas verdosas y marrones; localmente arenas micáceas, niveles carbonatados y sílex
- 4a Arcosas gruesas con cantos, lags, arenas arcóscicas y lutitas
- 4 Arcenas arcóscicas medias o finas, limo y arcillas marrones
- 5 Niveles de sepiolita
- 6a **Arcillas con frecuentes niveles carbonatados parcialmente silicificados**
- 6 Arcillas verdes y rosas, arenas micáceas, margas y carbonatos y niveles de sílex
- 7 Carbonatos (dolomías y calcretas)
- 8 Yeso detrítico, arcillas y carbonatos verdosos y localmente yeso selénico
- 9 Calizas dolomíticas y arcillas verdosas. Pseudomorfos de yeso. Niveles finos de sepiolita
- 10 **Niveles de sílex**
- 11 Arenas arcóscicas gruesas y arcillas marrones y rojizas



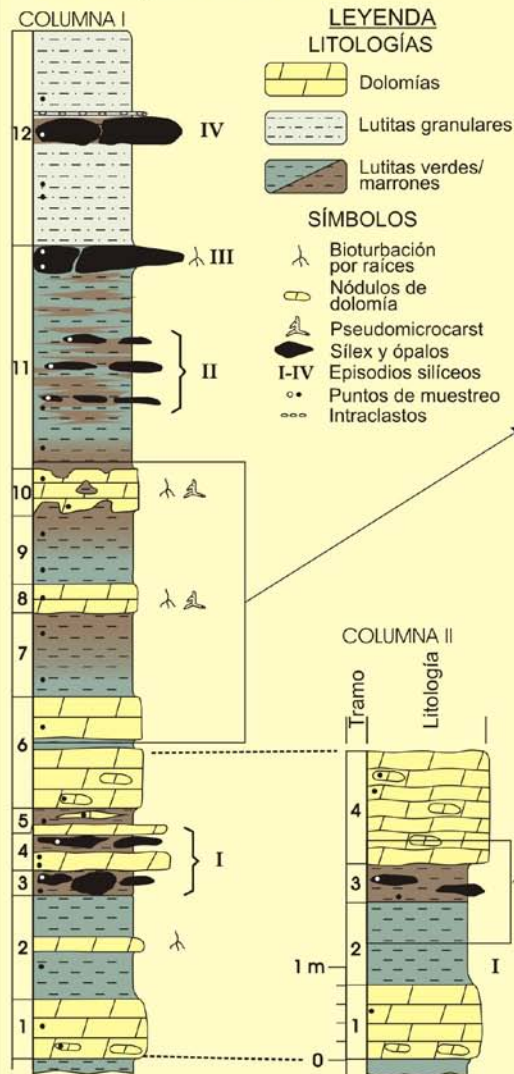
Sección abierta durante las excavaciones arqueológicas en Casa Montero. Se observa como un pozo minero neolítico, relleno con sedimento marrón, atraviesa el nivel superior de sílex y sigue hasta alcanzar el segundo.

Estos niveles están intercalados entre diferentes tipos de arcillas magnesianas y dolomías (LÁMINA 4

4). Las arcillas magnesianas y dolomías se formaron en lagos poco profundos donde las plantas

LÁMINA 4

Columna litológica de Casa Montero

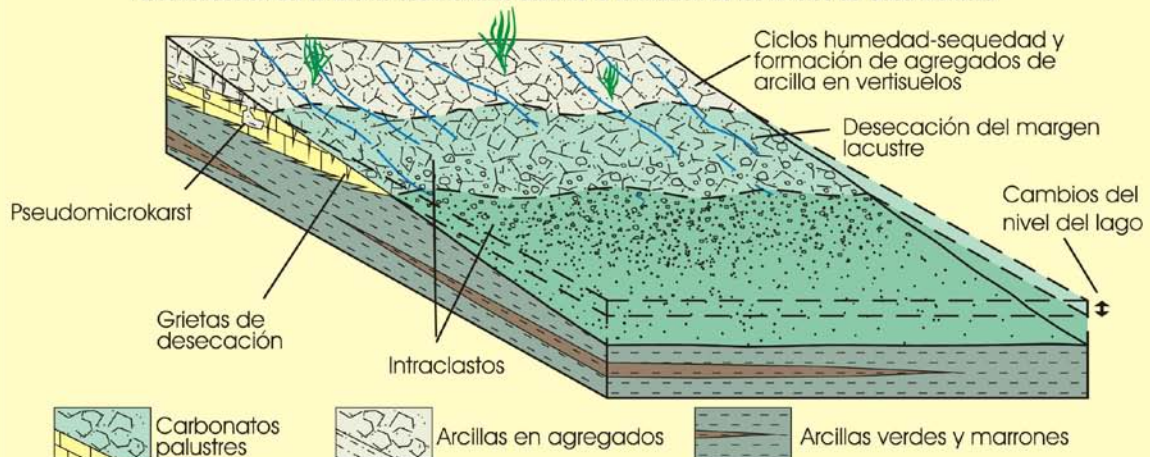


Sección de campo realizada durante las excavaciones del yacimiento de Casa Montero. Los niveles corresponden a los niveles 6-10 de la columna. Una falla desplaza los niveles.



Niveles de sílex del tramo 2 de la columna

Reconstrucción del ambiente sedimentario durante la formación de los niveles de Casa Montero



acuáticas y los diferentes seres vivos que habitan los lagos las transforman. Periódicamente los lagos se desecaron quedando los sedimentos al aire, y sufriendo otras transformaciones, por la aparición de una vegetación terrestre y los nuevos colonizadores aéreos.

Posteriormente llegó el proceso de silicificación de las arcillas y dolomías, generándose principalmente niveles y nódulos opalinos. La silicificación se hace por las aguas subterráneas, y preferentemente en el techo del nivel freático. Con el paso del tiempo, los niveles o nódulos opalinos formados, envejecieron parcialmente, siendo frecuente que la parte exterior permanezca opalina mientras que en el interior aparezca cuarzo. Podemos decir que todavía no han acabado de envejecer.

PARADA 4: VISITA AL CERRO DE LA MESA

Estamos ante lo que se denomina en geología un cerro testigo, porque constituye un relicto aislado y conservado del registro geológico. Los cerros testigo se forman porque existe una capa dura, que hace posible que la erosión no desmantele lo que está debajo. En este caso la capa dura era una capa de sílex. La capa de sílex ha sido extraída por el ser humano en épocas históricas, y actualmente solo existe un resto de ella, habiendo quedado el "hueco".

En este punto el sílex se formó inicialmente por silicificación de

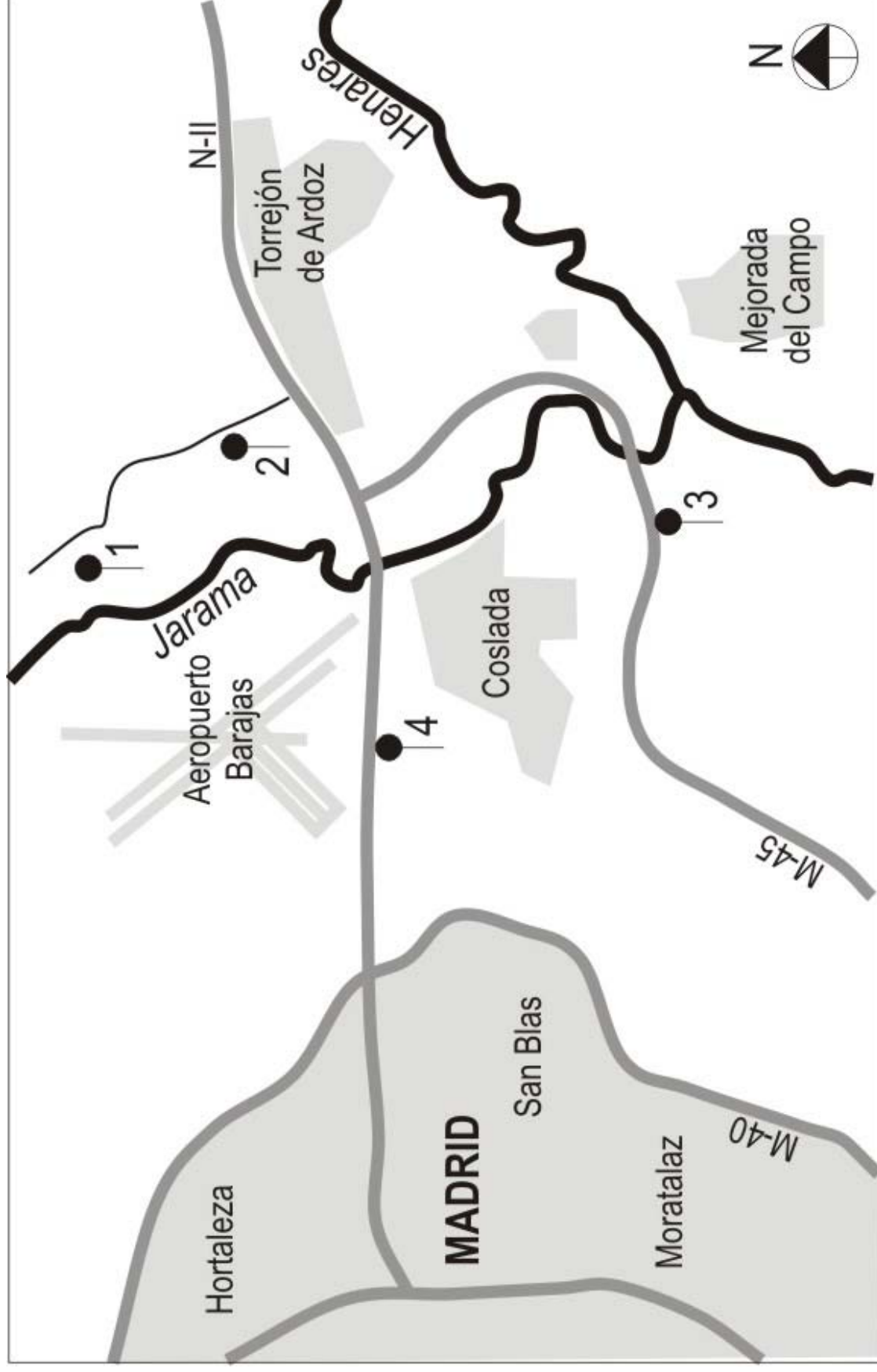
calizas palustres que llevaban intercaladas niveles de sepiolita. Al principio, las disoluciones silíceas que reemplazaron las calizas formaron ópalos, y posteriormente estos, recrystalizaron a cuarzo, como consecuencia del envejecimiento.

PARADA 5: TOCANDO CASA MONTERO

Visita al laboratorio donde se trabaja con los materiales arqueológicos de Casa Montero (Centro de Ciencias Humanas y Sociales. CSIC)

Tras una breve presentación en imágenes del yacimiento arqueológico de Casa Montero, nos dirigiremos al laboratorio. Allí tendremos la oportunidad de ver de cerca los materiales arqueológicos procedentes de las excavaciones: los distintos tipos de sílex, cómo lo tallaban, las herramientas que utilizaban, etc.

También conoceremos a una parte del equipo de investigación y las instalaciones donde se estudian estos restos del yacimiento.



Parada 1. PARACUELLOS DE JARAMA
Parada 2. LOS BERROCALES

Parada 3. CORTE GEOLÓGICO DE CASA MONTERO
Parada 4. VISITA AL CERRO DE LA MESA