

# La ciudad romana de Los Bañales

(Uncastillo, Zaragoza)  
entre la historia, la arqueología  
y la historiografía

JAVIER ANDREU PINTADO (ed.)

# 82

# CÆSARAUGUSTA



INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»  
Excma. Diputación de Zaragoza





CONSEJO DE REDACCIÓN

*Director*

D. MIGUEL BELTRÁN LLORIS

*Consejeros*

D. GUILLERMO FATÁS CABEZA  
D. MANUEL A. MARTÍN BUENO  
DÑA. M.ª PILAR UTRILLA

*Secretario*

D. CARLOS SÁENZ PRECIADO

•

CONSEJO ASESOR

D. JOSÉ ANTONIO ABÁSULO ÁLVAREZ  
*(Universidad de Valladolid)*

DÑA. CARMEN ARANEGUI GASCÓ  
*(Universidad de Valencia)*

D. IGNACIO BARANDIARÁN MAESTU  
*(Universidad del País Vasco)*

DÑA. ÁNGELA DONATI  
*(Universidad de Bolonia)*

D. JAVIER FORTEA PÉREZ  
*(Universidad de Oviedo)*

D. RICHARD J. HARRISON  
*(Universidad de Bristol)*

DÑA. PILAR LEÓN ALONSO  
*(Universidad de Sevilla)*

D. JESÚS LIZ GIRAL  
*(Universidad de Salamanca)*

D. ATTILIO MASTINO  
*(Universidad de Sassari)*

D. JEAN MICHEL RODDAZ  
*(Universidad de Burdeos)*

D. VALENTÍN VILLAVERDE BONILLA  
*(Universidad de Valencia)*



# CAESARAUGUSTA

Publicaciones de la Cátedra José Galiay

# 82

## La ciudad romana de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza): entre la historia, la arqueología y la historiografía

JAVIER ANDREU PINTADO (Ed.)



INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»  
Excma. Diputación de Zaragoza

Zaragoza, 2011



Publicación núm. 3.143  
de la  
**Institución «Fernando el Católico»**  
Organismo autónomo de la Excm. Diputación de Zaragoza  
Plaza de España, 2. 50071 Zaragoza  
Tels.: [34] 976 288878/79  
Fax: [34] 976 288869  
ifc@dpz.es  
<http://ifc.dpz.es>



Diseño gráfico  
**Víctor M. Lahuerta**



Impresión  
**Cometa, S.A.**  
Ctra. Castellón, km 3,400. 50013 Zaragoza



ISBN: 978-84-9911-172-8  
ISSN: 0007-9502  
Depósito Legal: Z 35-1958



Impreso en España. Unión Europea



Cubierta:  
Composición realizada a partir de una imagen de los pilares del acueducto, planta de las termas y mapa de situación de los puntos de extracción lapídea en el territorio de Los Bañales

#### FICHA CATALOGRÁFICA

CÆSARAUGUSTA / Institución «Fernando el Católico».-  
N.º 1 (1951).- Zaragoza: Institución «Fernando el  
Católico», 1951.- 24 cm.

Anual

ES CONTINUACIÓN DE: PSANA

ISSN 0007-9502

I. INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO», ED.  
902



Toda la correspondencia, peticiones de envíos,  
remisión de publicaciones, etc.,  
deben dirigirse a

**Institución «Fernando el Católico»**  
Palacio Provincial, Plaza de España, 2  
50071 Zaragoza (España)

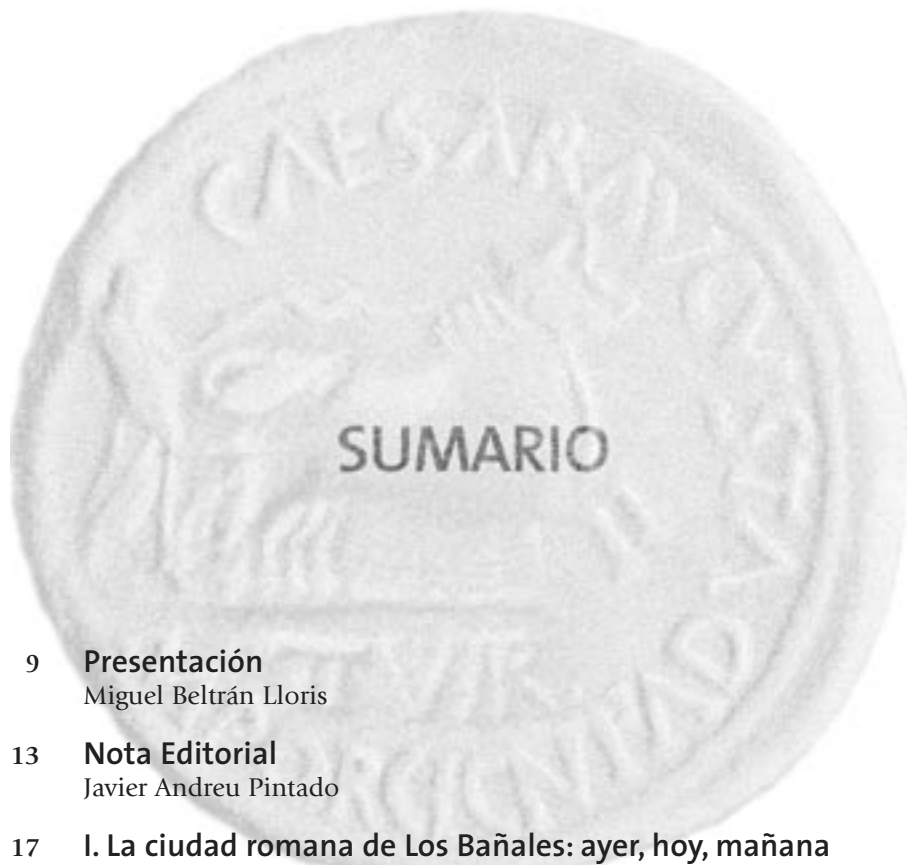


*Paulae uxori pientissimae*

A las gentes de las Cinco Villas,  
el verdadero 'patrimonio' de la Comarca







- 9 **Presentación**  
Miguel Beltrán Lloris
- 13 **Nota Editorial**  
Javier Andreu Pintado
- 17 **I. La ciudad romana de Los Bañales: ayer, hoy, mañana**
- 19 1. **La ciudad romana de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza) en las fuentes históricas**  
Javier Andreu Pintado
- 101 2. **Las excavaciones arqueológicas de Los Bañales**  
Antonio Beltrán Martínez †  
Javier Andreu Pintado
- 161 3. **En torno a Los Bañales: avance a un proyecto de desarrollo rural con la arqueología como motor de dinamización**  
José Francisco García López  
Marcos Sanso Frago
- 167 **II. La ciudad romana de Los Bañales: aspectos urbanísticos y monumentales**
- 169 4. **El acueducto romano de Los Bañales: propuesta de recreación estructural**  
Luis Miguel Viartola Laborda

- 199 5. **La presa romana de Cubalmena (Biota, Zaragoza) y el abastecimiento de agua a la ciudad de Los Bañales**  
 Javier Andreu Pintado  
 Javier Armendáriz Martija
- 223 6. **Las termas romanas de Los Bañales**  
 Virginia García-Entero
- 241 7. **La edilicia urbana privada en Los Bañales: estado de la cuestión**  
 Paula Uribe Agudo  
 José Antonio Hernández Vera  
 Juan José Bienes Calvo
- 261 8. **Un aspecto de la monumentalización de Los Bañales: caracterización de materiales pétreos y fuentes de aprovisionamiento**  
 M<sup>a</sup> Pilar Lapuente Mercadal  
 Hernando Royo Plumed  
 Anna Gutiérrez García-Moreno
- 287 **III. La ciudad romana de Los Bañales: sociedad, economía, cultura material**
- 289 9. **Inscripciones, monumentos anepígrafos, dudosos, sellos y grafitos procedentes del *municipium ignotum* de Los Bañales de Uncastillo**  
 Ángel A. Jordán Lorenzo
- 337 10. **Introducción al estudio de los materiales arqueológicos recuperados en las campañas de A. Beltrán Martínez (1972-1979) en Los Bañales: la cerámica**  
 Elena Lasasosa Pardo
- 355 11. **El vidrio romano en Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza): revisión preliminar**  
 Esperanza Ortiz Palomar  
 Juan Á. Paz Peralta
- 389 12. **Sobre la fauna documentada en las excavaciones arqueológicas de Los Bañales**  
 Sonsoles Montero Ponseti
- 401 13. **Conclusiones**  
 Javier Andreu Pintado
- 407 **Bibliografía**

# Un aspecto de la monumentalización de Los Bañales: caracterización de materiales pétreos y fuentes de aprovisionamiento

PILAR LAPUENTE MERCADAL

HERNANDO ROYO PLUMED

*Petrología y Geoquímica/Ciencias de la Tierra – Universidad de Zaragoza*

ANNA GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO

*Institut Català d'Arqueologia Clàssica*

*Universitat Autònoma de Barcelona*

RESUMEN: Conocer la procedencia del material lítico hallado en una excavación arqueológica proporciona información valiosa para el estudio histórico del yacimiento. Así, la caracterización arqueométrica de elementos pétreos del yacimiento romano de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza), junto con la inspección y estudio de las posibles fuentes de suministro de piedra, han permitido no sólo corroborar el uso extensivo de la arenisca miocena local, sino también catalogar los diversos fragmentos de *marmora* importados de diversos lugares del Imperio, para su uso ornamental. Esta investigación interdisciplinar ha requerido la aplicación de diversas técnicas analíticas (microscopía, óptica, catodoluminiscencia, espectrometría de masas de relación isotópica y espectrometría de resonancia paramagnética electrónica) especialmente para la identificación del mármol blanco. Los resultados de este estudio reportan nueva información sobre el proceso de monumentalización del territorio de Los Bañales y de la propia ciudad, apuntando indicios sobre el uso de los *marmora* como exponente de lujo y, tal vez, como manifestación del poder imperial.

PALABRAS CLAVE: Los Bañales, arqueometría, material lítico, cantera, mármol.

## I. Introducción

### a) Planteamiento general

En toda excavación arqueológica se hallan una gran diversidad de materiales, entre los que los restos líticos siempre proporcionan claves para interpretar el pasado. Los programas ornamentales, de carácter público o privado, desarrollados en las grandes ciudades romanas, requirieron siempre la importación de grandes cantidades de mármol de diferentes tipos y procedencias. Normalmente los materiales locales no permitían satisfacer todas estas necesidades ya que, por su baja



FIG. 1. Listado e imágenes de los elementos estudiados, con indicación del yacimiento del que proceden, la fuente, su descripción y su cronología.

calidad, no podían competir con las prestaciones que ofrecían los materiales más nobles. Por ello, el conocer si exclusivamente se utilizaban los recursos locales, qué dispersión geográfica tienen, o si fueron elegidos determinados mármoles foráneos para piezas emblemáticas, ayuda a completar el panorama socioeconómico que representa su utilización.

Este trabajo se ocupa de la caracterización arqueométrica de elementos de naturaleza lítica pertenecientes a la ciudad romana de Los Bañales (al sur del término municipal de Uncastillo, Zaragoza) y a varios yacimientos adscritos a su terri-

torio. Complementariamente se ha realizado una inspección y estudio de las zonas limítrofes con evidencias de extracción de roca.

Las piezas arqueológicas estudiadas provienen de diversas fuentes. Principalmente, de las campañas de prospección y excavación llevadas a cabo entre los años 2008 y 2010 en el marco del Plan de Investigación que también ha inspirado este volumen. Es notoria también la aportación a este trabajo de un informe elaborado entre 1993 y 1994<sup>1</sup>, que permanece inédito. Por último, las fuentes se completan con alguna aportación procedente de colecciones particulares.

La existencia de varios puntos de extracción de piedra se constató mediante dos prospecciones de campo en el territorio de Los Bañales incluidas en el Plan de Investigación de la Fundación Uncastillo en el lugar, entre otoño de 2008 y primavera de 2009. Estos puntos, documentados anteriormente durante varias campañas de prospección entre las que se incluyen las realizadas para el informe anteriormente citado<sup>2</sup>, podrían corresponder a canteras de época romana empleadas para abastecer de material lapídeo dicha ciudad y su territorio. En efecto, el abundante uso de la piedra local como materia prima, tanto para material de construcción como también para soporte epigráfico, es un elemento destacado no sólo en este yacimiento romano sino también en toda su zona de influencia más inmediata.

El material pétreo estudiado procede de diferentes yacimientos arqueológicos romanos del territorio de Los Bañales. Su cronología es variada; desde el siglo I d. C. hasta el siglo V d. C. Asimismo abarca una variada tipología: elementos constructivos, decorativos, epigráficos y diversos útiles. En conjunto, se han estudiado 31 elementos arqueológicos (Fig. 1).

Como complemento, se han muestreado cuatro afloramientos de roca natural. En ellos existen evidencias de extracción de roca o, al menos, son susceptibles de haber sido utilizados dichos recursos pétreos dada su proximidad a los yacimientos arqueológicos (véase, también, Fig. 1, donde se especifica su ubicación).

Las muestras arqueológicas y geológicas tomadas se prepararon para su estudio comparativo, elaborándose láminas delgadas y pulverizando una pequeña parte de la muestra, siempre en función de las particularidades de cada litología.

## b) Objetivos de estudio

En este estudio se pretende indagar la procedencia, local o importada, del material pétreo utilizado, mediante su caracterización arqueométrica. A su vez, se desea completar la visión sobre la explotación y utilización de los recursos pétreos de la zona. Para alcanzar este objetivo final, se han muestreado rocas de formaciones geológicas del entorno, en las que existen indicios de explotación abiertos y abandonados, o en aquéllas que pudieran haber servido de fuente de extracción para su uso en el pasado.

1 Informe elaborado en la Universidad de Zaragoza en colaboración con la Institución Fernando el Católico y el Centro de Estudios de las Cinco Villas: LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., RAMÍREZ, M. P., LÁZARO, C. y GUARAS, B.: 1993-1994.

2 Se constató la presencia de marcas de extracción en las areniscas de las proximidades de Los Bañales en LAPUENTE, M<sup>a</sup> P.: 1994-1995.

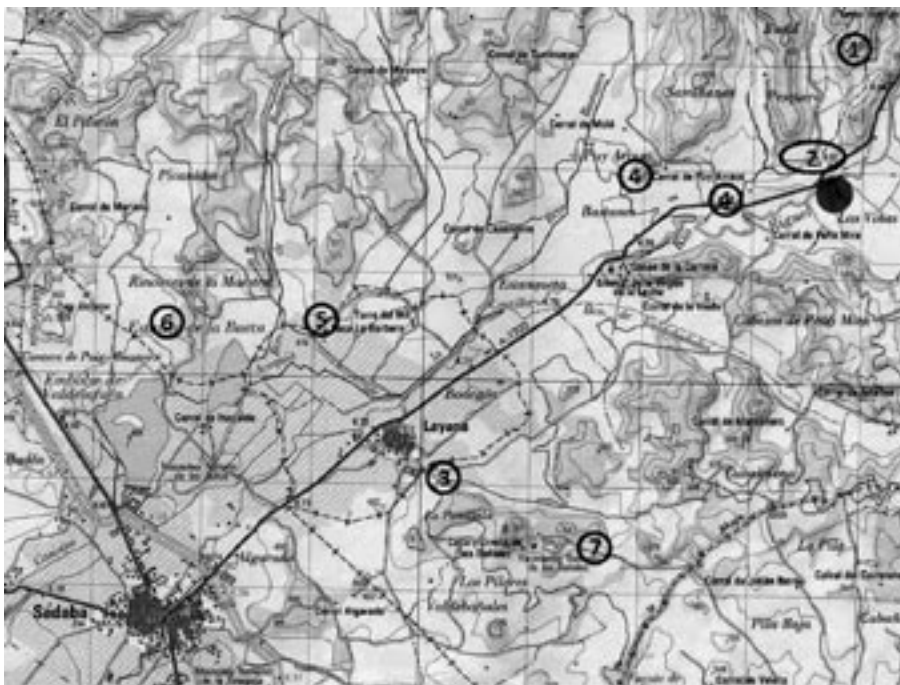


FIG. 2. Mapa de la situación de los puntos de extracción identificados en el territorio de Los Bañales (1- Punta Samper, 2- La Pesquera, 3- El Pueyo, 4- Puyarraso, 5- La Barbera, 6- La Bueta, 7- cantera cerca del *specus* del acueducto).

La comparación de la litología común del territorio con la utilizada en piezas arqueológicas permite conocer sobre qué formaciones geológicas se extrajo material, cómo y cuándo se utilizaron, además de poner en valor las zonas identificadas y los elementos en ellas documentados. Con todo ello, se trata de esbozar las líneas generales a partir de las cuales parece articularse la extracción de materiales lapídeos en este territorio.

## II. Apuntes sobre la extracción lapídea

La ciudad romana de Los Bañales y su territorio circundante se asienta en el centro de la Depresión del Ebro, en su parte occidental. En esta zona afloran materiales terciarios continentales con relieves subhorizontales. En la mitad septentrional de la Comarca de las Cinco Villas estas facies miocenas responden a areniscas y lutitas de la formación Uncastillo, de edad Aquitaniense-Burdigaliense. Hacia la parte más meridional son materiales carbonatados, arcillo-margosos y yesíferos de las formaciones Alfaro y Tudela, de edad Aquitaniense-Pontiense. Todo el sector inspeccionado corresponde a formas alomadas y suaves donde destacan los paleocanales de areniscas de la formación Uncastillo. Los puntos de extracción, documentados durante las campañas de prospección, podrían corresponder a can-





FIG. 3. Vista frontal de la zona de extracción en Punta Samper donde se aprecian trazas del arranque de bloques en vertical mediante cuñas.

teras de época romana explotadas para abastecer de material lapídeo dicha ciudad y territorio, debido a que conservan evidencias de extracción (Fig. 2). Se han diferenciado los siguientes, aunque algunos ya fueron avanzados en documentación todavía inédita<sup>3</sup>:

1) Punta Samper (Uncastillo, Zaragoza). Las evidencias de extracción en este punto consisten en: 1) agujeros para insertar cuñas practicados en las superficies horizontales en la ladera sur de esta pequeña elevación (2 ejemplares de 12,5-16 x 5 x 11 cm y situados a una distancia de 26 cm entre ellos); y 2) los negativos de agujeros para insertar cuñas (2 ejemplares de 26-20 x 4 x 14 cm y situados a una distancia de 16 cm entre ellos) (Fig. 3).

2) La Pesquera (Uncastillo, Zaragoza). Distribuidas en dos zonas, a lo largo de un afloramiento de arenisca que corre paralelo al trazado de la actual carretera A-1202 entre Sádaba y Uncastillo, se evidencian claramente: 1) una pequeña rasa de sección en U y 11-11,5 cm de ancho y 4 cm de profundidad; 2) un agujero de cuña de 13 x 2 x 4 cm; 3) los negativos de agujeros para insertar cuñas (de 30-25 x 4-3,5 cm); y 4) cortes en forma ortogonal resultado de la extracción de bloques de forma rectangular o cuadrangular (Fig. 4). Además, se han documentado varios bloques con desbaste inicial abandonados en sus cercanías. Sus tamaños son: 90 x 56 x 46 cm, 90 x 53 x 40 cm y 45 x 35 x 22 cm. Estos bloques presentan evidencias de haber

3 GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO, A.: 2009(a) y GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO, A., ANDREU, J. y ROYO PLUMED, H.: en prensa.



FIG. 4. Vista parcial de un recorte artificial, resultado de la actividad extractiva, en La Pesquera.

sido labrados mediante una herramienta puntiaguda (pico) y muy probablemente estaban destinados a *cupae* (Fig. 5), de las que se han hallado varios ejemplares en la zona<sup>4</sup>. Su abandono se debe a la presencia de fracturas naturales en ellos.

3) El Pueyo de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza). En el camino que sube hacia el yacimiento de Los Bañales. Se han identificado tres pequeños frentes distintos donde se encuentran secuencias de trazas de agujeros de cuña rectangulares de tamaños diversos (entre 10 y 33 cm de largo y 2,5 de ancho) practicados a una distancia de entre 24 y 13 cm). El mayor de estos frentes, situado junto al denominado Corral de Julián, tiene unos 12 metros de largo y conserva la mayor concentración de este tipo de evidencias, a pesar de que también se usó en época reciente, tal y como lo demuestran las trazas de uso de martillo hidráulico (Fig. 6).

4) Puyarraso (Uncastillo, Zaragoza). Bajo esta denominación se incluyen dos zonas: la primera consiste en la parte más elevada de este montículo, donde se conservan trazas de extracción dispersas consistentes en: 1) una rasa de 52 cm de largo y poca profundidad; y 2) un posible agujero de cuña de 25 x 15 x 7 cm. Además, se han documentado un par de bloques cuyo aspecto y forma rectangular parecen indicar que podrían haber sido arrancados de forma artificial del lecho de roca (Fig. 7). La segunda zona atestiguada en el área de Puyarraso se sitúa en el llano al lado de la carretera A-1202, al sur del Corral del Puyarraso, y en ella se encuentra: 1) una línea de 4 agujeros de cuña rectangulares de 10-11 x 2 cm, dispuestos a una

4 BELTRÁN LLORIS, F., JORDÁN, Á. A. y ANDREU, J.: 2012.





FIG. 5. Ejemplo de un bloque de La Pesquera tal vez destinado a la elaboración de una *cupa* y desechado por la presencia de fracturas naturales.



FIG. 6. Trazas del uso de cuñas para la extracción de bloques en vertical, conservados en El Pueyo.



FIG. 7. Vista frontal de trazas de extracción en Puyarraso.



FIG. 8. Negativos de los agujeros de cuña empleados en La Barbera para el arranque de bloques en vertical.



FIG. 9. Serie de agujeros de cuña en la superficie horizontal de la roca, en La Bueta.

distancia de 11 y 12 cm entre ellos; y 2) 2 agujeros de cuña de 6,5 x 2 y 4 x 2 cm con 20 cm de separación.

5) La Barbera (Sádaba, Zaragoza). En el pequeño monte situado al norte de las Casas de La Barbera, se ha documentado un único corte con un agujero para insertar una cuña (en forma trapezoidal, de 16,5 cm en su punto más ancho y 6 cm en su punto interior). Este agujero se encuentra en situación horizontal (Fig. 8).

6) La Bueta (Layana, Zaragoza). En los alrededores de la Estanca de La Bueta, situada a menos de 1 km al suroeste del anterior punto, se han identificado también algunas evidencias de extracción de características parecidas a las de La Barbera.



FIG. 10. Vista general de la cantera situada al lado del *specus* del acueducto de Los Bañales.

Éstas consisten en dos líneas no completamente rectas de agujeros de cuña en la superficie horizontal de la roca natural (Fig. 9). Los agujeros de cuña, de forma rectangular, tienen entre 12 y 32 cm de largo x 4 a 8 cm de ancho, y están a entre 20 y 50 cm entre ellos.

5) *Specus* del acueducto (área arqueológica de Los Bañales, Uncastillo). Es la zona donde las evidencias de extracción antigua son más nítidas y claras. Se trata de dos niveles de terrazas situadas al lado del *specus* del acueducto que llega a la ciudad romana de Los Bañales (Figs. 10 y 11), y en ellas se observan no sólo evidencias del uso del pico en las superficies verticales, en forma de espiga y en líneas diagonales paralelas, sino también parte de los negativos de los bloques recortados y de los agujeros de cuña, de difícil medición, así como zanjas de sección cuadrangular utilizadas para separar estos bloques, en su mayoría de 15, 13 y 10 cm de ancho aunque también las hay de menores medidas (8 cm de ancho). De esta cantera se sacaron aproximadamente 34 m<sup>3</sup> de piedra<sup>5</sup>, aunque no todos ellos susceptibles de ser empleados como bloques para la construcción<sup>6</sup>. Se trata, por tanto, de una cantera cuyo producto fue limitado, muy probablemente por tratarse de una extracción abierta con un fin muy concreto.

Además de este generoso catálogo, a instancias de los directores del proyecto, se inspeccionó también la zona conocida como Las Viñas<sup>7</sup> puesto que durante las prospecciones de campo anteriores había presentado ciertas posibilidades. No obstante, las evidencias de extracción son menos claras en este punto, tratándose únicamente de un posible negativo de agujero de cuña y un corte de la roca natural

5 Se ha llegado a esta cifra a partir del cálculo de los volúmenes de la cantera realizado sobre la planta de la misma. Queremos agradecer a J. Andreu, Director Científico del Plan de Investigación de Los Bañales, y a F. Jiménez, topógrafo del equipo, sus facilidades e información para obtener la planta de la cantera.

6 Hay que recordar que parte del material se pierde durante el proceso de extracción, como por ejemplo el que se saca de las zanjas excavadas para delimitar los bloques, o el de la parte más superficial del afloramiento, que por su contacto con la atmósfera y otros elementos (vegetación, etc.) se halla alterado.

7 Este sector está indicado con un punto grueso en la Fig. 2. Para la relación de estos enclaves con el poblamiento rural de la zona puede verse tanto el Mapa que se reproduce como Fig. 7 de la contribución de J. ANDREU al comienzo de este volumen como las descripciones detalladas sobre cada uno de los yacimientos veridas en ANDREU, J., LASUÉN, M.<sup>a</sup> y JORDÁN, Á. A.: 2009 y ANDREU, J., URIBE, P. y JORDÁN, Á. A.: 2010.





FIG. 11. Planta de la cantera situada al lado del *specus* del acueducto de Los Bañales (A. Gutiérrez-García Moreno).

aprovechando la litología de la zona, por lo que, a la vista de los otros ejemplos de extracción en la zona, se ha descartado su interpretación como resultado de actividad humana.

### III. Metodología arqueométrica

La identificación de la naturaleza de las muestras líticas requiere de diferente metodología según se trate del estudio de la piedra natural de construcción (arenisca y calizas, principalmente) o del material decorativo, en el que los *marmora* y los verdaderos mármoles recibirán distinto tratamiento analítico. Así, la piedra natural se aborda exclusivamente con el análisis petrográfico comparativo (muestra arqueológica-muestra de cantera). Sin embargo, el material decorativo demanda una mayor atención.

En la antigüedad, se consideraba *marmor* a cualquier roca vistosa susceptible de ser cortada y pulida con fines decorativos<sup>8</sup>. Actualmente, el término «mármol» tiene dos acepciones, la estrictamente geológica y la industrial. Científicamente, el mármol es la roca metamórfica resultante de experimentar, en estado sólido,

8 Para una discusión del concepto romano de *marmor*, véase GNOLI, R.: 1988, 5-34 y BORGHINI, G.: 1992, 13-42.

una recristalización y estructuración de sus minerales carbonatados (calcita y/o dolomita), a partir de una roca sedimentaria de naturaleza calcárea relativamente pura (caliza y/o dolomía). Desde el punto de vista comercial, el término mármol actual es menos restrictivo, aproximándose al *marmor* romano, ya que se admite como tal cualquier roca, sedimentaria o metamórfica, que, extraída en bloques, tome pulimento con una vistosidad aceptable. Por tanto, en la categoría comercial se incluyen tanto auténticos mármoles, como travertinos, calizas y dolomías recristalizadas, corneanas y brechas calcáreas, entre otras. La normativa española UNE define industrialmente los mármoles como el conjunto de rocas constituidas por minerales carbonatados de dureza 3 a 4 (calcita y dolomita), siempre que puedan obtenerse probetas de tamaño mínimo de 12 x 5 x 1 cm, mediante disco de diamante (UNE 22-180-85).

En este trabajo se aborda el estudio de caracterización de los *marmora* por separado: los de color y los mármoles blancos, ya que su metodología de estudio es diferente<sup>9</sup>. Así, mientras los de color son visualmente identificables y el especialista es capaz de diferenciar gran parte de las distintas variedades, a pesar de tratarse, en muchos casos, de piezas altamente fragmentadas, no ocurre lo mismo con los mármoles blancos, donde el aspecto exterior es muy similar en todos ellos.

Las variedades litológicas, unidas al muestrario de color y presencia de estructuras, como vetas o bandeados, facilita la comparación con las imágenes ofrecidas, en color, de los *marmora* explotados en la antigüedad, en diversas publicaciones<sup>10</sup>. Esta caracterización se ha completado con el cotejo con una extensa colección de brechas y otras rocas comúnmente utilizadas en la antigüedad.

Por su parte, el estudio de los mármoles blancos conlleva la aplicación de diversas técnicas analíticas, y cuantas más se apliquen mejor, ya que la práctica multimétodo aporta una mayor fiabilidad al resultado<sup>11</sup>.

En este caso, la determinación de la cantera de origen de una pieza arqueológica se realiza por comparación, aplicando idéntica metodología que a las muestras de mármoles de canteras explotadas en la antigüedad. Para ello, es preciso contar con una amplia litoteca, tanto de muestras de canteras hispanas como de las más importantes de la cuenca mediterránea<sup>12</sup>.

9 Recientemente en LAPUENTE, M<sup>a</sup> P. y ÀLVAREZ, A. (en prensa): se aporta una contribución metodológica para un mejor estudio y comprensión de los mármoles hispanos.

10 Entre otras MIELSCH, H.: 1985, 85, notas 585-595, Tav. 17; GNOLI, R.: 1988, 183; BORGHINI, G.: 1992, 204-205; DUBARRY DE LASSALE, J.: 2000; RICCI, F. M.: 2001; PRICE, M. T.: 2008; y, por último, ÀLVAREZ, A., DOMÈNECH, A., LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., PITARCH, À. y ROYO PLUMED, H.: 2009.

11 Parte de los análisis realizados en este estudio han sido financiados por la Diputación General de Aragón (DGA-CONAID) con el amparo económico de la Caja de Ahorros de la Inmaculada (CAI) dentro del Programa Europa XXI.

12 Este campo de investigación interdisciplinar está auspiciado por la Asociación internacional ASMOSIA (*Association for the Study of Marble and Other Stones In Antiquity*) que en sus sucesivos Congresos Internacionales recoge los trabajos especializados de esta temática tales como WÆLKENS, M., HERZ, N. y MOENS, L.: 1992; MANIATIS, Y., HERZ, N. y BASIAKOS, Y.: 1995; HERRMANN, J. J., HERZ, N. y NEWMAN, R.: 2002; LAZZARINI, L.: 2002; MANIATIS, Y.: 2009; JOCKEY, Ph.: 2009; y ÀLVAREZ, A., DOMÈNECH, A., LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., PITARCH, À. y ROYO PLUMED, H.: 2009.

En particular, en este trabajo, los mármoles blancos se han comparado con muestras de canteras españolas, portuguesas, francesas, belgas, italianas, griegas, turcas y de diversas zonas del norte de África.

El estudio realizado se basa en el análisis petrográfico y geoquímico de las muestras aplicando una panoplia de técnicas, estudio multimétodo, que facilita nuestro objetivo.

El análisis petrográfico contempla la descripción de las características macroscópicas: composición mineral, tamaño de grano, estructura, color y olor, y la descripción de lámina delgada mediante microscopio óptico petrográfico (MO)<sup>13</sup>; prestando especial atención a la composición mineral, textura, tamaño máximo de grano MGS (*Maximum Grain Size*) y forma del límite entre granos BGS (*Boundary Grain Shape*). Para facilitar la comparación de los diferentes litotipos se han tomado microfotografías en condiciones de luz polarizada plana (NP) y luz polarizada cruzada (NC).

La petrografía microscópica se complementa con la catodoluminiscencia (CL). Esta conjunción ha sido aplicada con éxito a varias áreas de canteras clásicas en Grecia, Italia y Turquía<sup>14</sup> y es particularmente útil cuando se superponen las relaciones isotópicas de distintas canteras. El comportamiento luminiscente de las rocas carbonatadas al ser bombardeadas por electrones (en cámara al vacío) proporciona emisiones de distinta longitud de onda en el espectro visible, que se traduce en la visualización de distintos colores de la luz emitida en función de la existencia de determinados elementos como el Mn<sup>2+</sup>. Con un equipo de catodoluminiscencia acoplado a un microscopio petrográfico<sup>15</sup> se registra fotográficamente este comportamiento, obteniendo catodomicrofacies (color, intensidad y distribución de la emisión de fotones), que ayudan a caracterizar los mármoles blancos.

En las muestras que requerían un análisis geoquímico se ha utilizado el espectrómetro de masas de ratio isotópico (IRMS)<sup>16</sup>. Las relaciones isotópicas obtenidas por este método son menos ambiguas que las proporcionadas por otros métodos geoquímicos. Diversos autores<sup>17</sup> han desarrollado un conjunto de bases de datos que compilan las abundancias relativas de los isótopos <sup>13</sup>C y <sup>18</sup>O, lo que permite comparar los valores de las muestras analizadas con la práctica totalidad de las canteras clásicas. Los resultados se expresan en términos de la desviación δ<sup>13</sup>C y δ<sup>18</sup>O en ‰ relativo al estándar de referencia internacional PDB.

- 13 Microscopio petrográfico OLYMPIUS AX-70, del Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza.
- 14 Como se puede ver en BARBIN, V., RAMSEYER, K., DÉCROUEZ, D. y HERB, R.: 1989 o en BARBIN, V., RAMSEYER, K., DÉCROUEZ, D., BURNS, S. J. y MAIER, J. L.: 1992.
- 15 Equipo de catodoluminiscencia (CL) CL8200 Mk5-1, acoplado a un microscopio petrográfico NIKON Eclipse 50iPOL del Institut Català d'Arqueologia Clàssica/ICAC (Tarragona), utilizado en el marco del Programa de Investigación de I+D+i del Ministerio de Ciencia y Tecnología HAR2008-04600.
- 16 Espectrómetro de masas de ratio isotópico (IRMS) FINIGAN MAT 252, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università «La Sapienza» (Roma).
- 17 MOENS, L., DE PAEPE, P. y WAELEKENS, M.: 1992; GORGONI, C., LAZZARINI, L., PALLANTE, P. y TURI, B.: 1998 y 2002; y LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., TURI, B. y BLANC, Ph.: 2000.

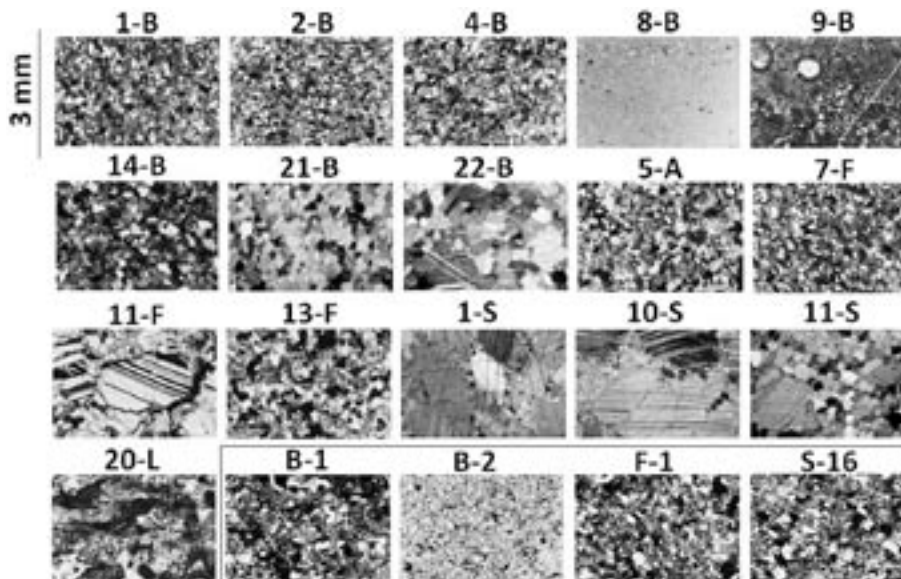


FIG. 12. Microfotografías de las muestras estudiadas mediante microscopio petrográfico, en condiciones de luz polarizada cruzada (NC).

Finalmente la resonancia paramagnética electrónica (EPR)<sup>18</sup>, igualmente utilizada para caracterizar canteras históricas<sup>19</sup>, se ha aplicado a la muestra de mármol blanco de tamaño de grano fino, por su singularidad petrológica, para complementar los anteriores análisis. Del espectro EPR se extraen los valores numéricos de varios parámetros relacionados con el contenido de  $Mn^{2+}$  en la muestra. Entre ellos, el  $Mn^{2+}$  dolomítico (DOLOM) y la intensidad espectral (INTENS) son las variables más utilizadas en la discriminación ESR de mármoles, mientras que el ancho de la línea se ha usado con menos frecuencia (W)<sup>20</sup>.

## IV. Resultados

### a) Petrografía de las muestras geológicas

Las cuatro muestras geológicas analizadas son muy similares. Se tomaron en zonas donde se observaban evidencias de extracción (B-1, B-2 y F-3) y en afloramientos próximos a la zona de estudio (S-16). Todas ellas responden a facies mioce-

18 Espectrómetro de resonancia paramagnética electrónica (EPR) Varian E-Line provisto de una cavidad de resonancia cilíndrica y una modulación de 9.2 GHz del Istituto di Chimica dei Materiali, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) (Roma, Italia).

19 En DULIU, O. G., GRECU, M. N. y CRISTEA, C.: 2006(a) y 2006(b).

20 En LLOYD, R. V., TRANH, A., PEARCE, S., CHEESEMAN, M. y LUMSDEN, D. N.: 1988.



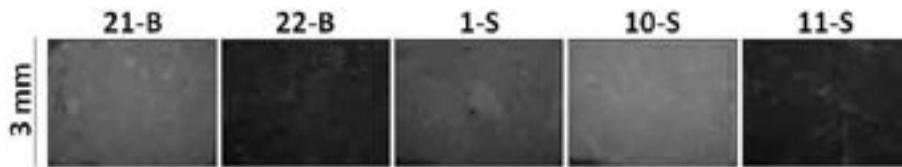


FIG. 13. Catodomicrofacies de las muestras estudiadas mediante un microscopio petrográfico con un equipo de catodoluminiscencia acoplado.

nas continentales que se disponen en bancos o paleocanales cuya sedimentación se asocia a una red fluvial de canales anastomosados. Estos cordones de areniscas destacan sobre las zonas margosas deprimidas conformando un paisaje propio, donde además su estratificación horizontal y paralela de 30-50 cm, favorece la extracción del material, encontrándose igualmente bloques sueltos de forma natural.

Litológicamente se corresponden con areniscas calcáreas (litoarenitas) más o menos compactas que varían desde tonos grisáceos de grano fino a amarillentas de grano grueso. La variedad de grano grueso (B-1 y S-16) está constituida por clastos angulosos-subangulosos menores de 0,5 mm de cuarzo constituyendo el 20-25%, escasos feldespatos 5% (microclina, plagioclasa y ortosa alterada) y fragmentos de rocas muy abundantes. Entre estos destaca el elevado contenido en carbonatos (fundamentalmente calizas micríticas, microesparitas, esparitas, dolomitas oxidadas, dismicritas y fragmentos de bioclastos foraminíferos). Igualmente es elevado el contenido en fragmentos de silexitas 5-10%, rocas metamórficas pelíticas (filitas, pizarras y cuarcitas) con un 5-15% y escasas rocas ígneas ácidas cloritizadas con baja representación (menos del 5%). Contienen accesoriamente turmalina, biotita, moscovita, rutilo y circón (Fig. 12).

Los clastos homométricos se presentan con textura de esqueleto densa con contactos tangenciales entre ellos, cementados por carbonatos más o menos impregnados de óxidos de hierro difíciles de diferenciar del resto de clastos carbonatados.

La variedad de grano fino (B-2 y F-3) tiene idéntica composición y textura pero con un menor tamaño de grano (inferior a 0,1 mm).

Todas ellas pertenecen a la misma formación geológica Uncastillo de edad Aquitaniense-Burdigaliense (Mioceno).

## b) Estudio arqueométrico de las piezas arqueológicas

Los materiales pétreos muestreados se han caracterizado según su diferente naturaleza. Así, las rocas de origen sedimentario han sido analizadas petrográficamente, y sus microfotografías se aprecian en la Fig. 12. En cambio, en las rocas de origen metamórfico (mármoles), la caracterización petrográfica, también en la Fig. 12, se ha afinado con la aportación del análisis de catodomicrofacies (Fig. 13). En algunos mármoles blancos ha sido necesaria una caracterización isotópica (IRMS), que se muestra en la Fig. 14. En cuanto al resultado de la aplicación del espectrómetro de resonancia paramagnética electrónica (EPR), en la muestra 21-B de mármol blanco de grano fino, se refleja en la Fig. 15.

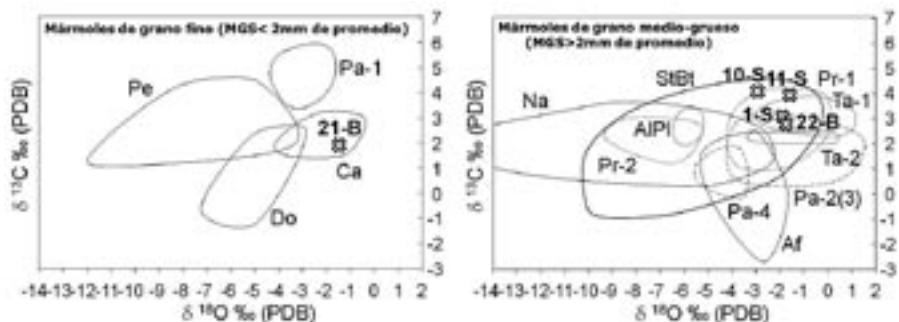


FIG. 14. Gráficos con la proyección de las relaciones isotópicas de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  de los mármoles blancos estudiados. Docimio (Do), Afrodiasias (Af), Carrara (Ca), Naxos (Na), Paros (Pa), Pentélico (Pe), Proconeso (Pr), Tasos (Ta), Almadén de la Plata (AlPl) y Saint-Béat (StBt).

### 1. Petrografía de las piezas elaboradas con rocas sedimentarias:

#### Areniscas

Las muestras 1-B, 2-B, 4-B, 14-B, 5-A, 7-F y 13-F presentan características petrográficas muy semejantes entre sí. Ocularmente son areniscas amarillentas de grano grueso. Desde el punto de vista petrográfico son rocas detríticas tipo areniscas calcáreas (litoarenitas). Constan fundamentalmente de clastos angulosos de cuarzo y fragmentos de roca. Otros componentes minoritarios son: feldespatos, micas oxidadas, cloritas, turmalina y circón, estos últimos con carácter accesorio. Entre los fragmentos de roca destacan por orden de abundancia, rocas carbonatadas, silíceas y metamórficas (filitas y cuarcitas). Los óxidos de hierro se distribuyen entre los distintos componentes. En la mayoría no se observan bioclastos. Granulométricamente presentan un tamaño homométrico inferior a 0,3 mm de diámetro, con textura de esqueleto densa y matriz y cemento carbonatados (Fig. 12).

A excepción, la muestra 14-B presenta un tamaño de grano ligeramente superior (menor de 0,45 mm); la 7-F con un tamaño de grano algo inferior (menor de 0,2 mm) y la presencia de algún bioclasto (miliólidos); y 13-F contiene mayor concentración de óxidos de hierro y escasos bioclastos (foraminíferos).

Sus características son idénticas a las areniscas pertenecientes al Mioceno de la zona, formación Uncastillo, de edad Aquitaniense-Burdigaliense, descritas en las muestras geológicas.

#### Calizas

La muestra 8-B responde litológicamente a una caliza micrítica blanca. Está constituida por un barro micrítico muy homogéneo de calcita con algunas finas alineaciones de clastos microcristalinos de cuarzo y escasas pirritas de tamaño microcristalino. Contiene algunas zonas irregulares de oxidación diferencial (Fig. 12).

Es muy similar a las calizas del Mioceno de la zona, de edad Vindoboniense-Pontiense.

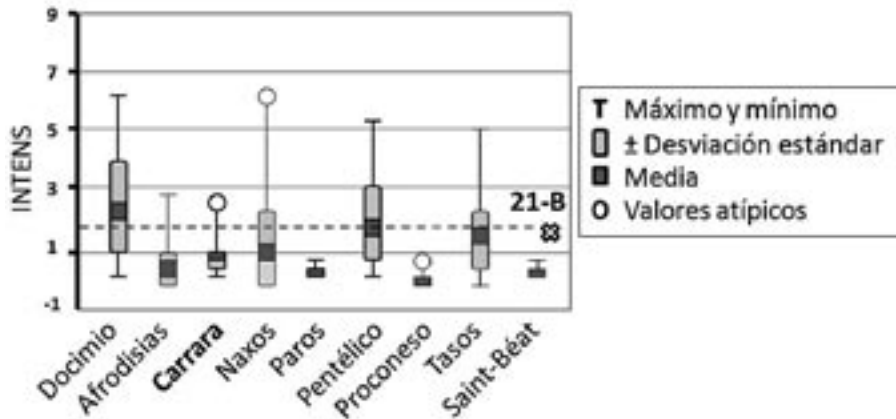


FIG. 15. Gráfico con el valor del parámetro INTENS del espectro de la resonancia paramagnética electrónica (EPR) comparado con los valores promedio de algunos mármoles clásicos.

Por su parte, la muestra 9-B presenta las características de una caliza algal bioclástica negra. Está constituida por un barro de calcita micrítica con abundantes restos algales y algunas secciones de ostrácodos. Parcialmente desarrolla microesparita (presencia de cristales de calcita de mayor tamaño), especialmente ligada a la microporosidad de la roca y a alguna microfisura (Fig. 12).

Esta litología también se encuentra entre las calizas del Mioceno de la zona, de edad Vindoboniense-Pontiense.

### Otras rocas sedimentarias

La muestra 20-L se corresponde con una microbrecha (tillita) de acción glaciar. Consta de un conjunto desordenado de clastos de distinta composición (tamaño inferior a 5 mm) y morfología, densamente empaquetados. La litología es variada: abundan los fragmentos de rocas metamórficas (filitas, pizarras y cuarcitas); rocas sedimentarias (calizas de distinta naturaleza: micríticas, esparíticas, oolíticas, fosilíferas, incluso bioclastos aislados), cuarzos, minerales opacos, areniscas y otras rocas silíceas. El conjunto no muestra cemento de unión (Fig. 12).

En la zona no existen afloramientos con estas características. Su origen geológico es compatible con algún depósito glaciar cuaternario del Prepirineo.

## 2. Caracterización de los mármoles blancos

La muestra 21-B responde litológicamente a un mármol blanco de grano fino. Bajo el microscopio se observa una textura granoblástica homeoblástica poligonal de cristales de calcita. El tamaño máximo de grano (MGS) es de 0,6 mm, con un rango de variación entre 0,2 y 0,6 mm. Los contactos entre sus granos (GBS) son netos y rectos, determinando múltiples uniones triples o textura en mosaico. Como

minerales accesorios presenta cuarzo y micas (Fig. 12). Estas características son compatibles con el mármol tipo Carrara.

En su catodomicrofacies (Fig. 13), se ha observado una luminiscencia anaranjada relativamente homogénea y una intensidad media en los cristales de calcita.

Mediante el espectrómetro de masas de ratio isotópico (IRMS) se ha obtenido, en esta muestra, un valor  $\delta^{13}\text{C}$  de 1,96 y  $\delta^{18}\text{O}$  de -1,56. Estos valores se han situado en un gráfico con los campos de distribución de los mármoles blancos clásicos de características granulométricas semejantes (tamaño máximo de grano  $\text{MGS} < 2\text{mm}$ )<sup>21</sup> (Fig. 14). En él se corrobora la procedencia de Carrara (Italia).

Se ha tomado el valor del parámetro INTENS (1,73) considerado uno de los más representativos del espectro de la resonancia paramagnética electrónica (EPR)<sup>22</sup>. En la Fig. 15 se puede observar su compatibilidad con las diferentes variedades de mármol consideradas.

El conjunto de análisis aplicado a esta muestra 21-B asegura ser un mármol de Carrara o *marmor Lunense* procedente de las canteras italianas de mármol cenozoico de los Alpes Apuanos.

Las piezas fragmentadas de La Sinagoga (Sádaba) se inspeccionaron visualmente, agrupando en tres variedades, de las que se seleccionó una muestra representativa de cada una para su análisis arqueométrico. Estas tres muestras (1-S, 10-S y 11-S), y los fragmentos de otras placas de Biota/Farasdués (11-F) y Los Bañales (22-B) son mármoles cuyo color varía gradualmente del blanco al gris pasando por toda la gama de grises claros que en ocasiones muestran ligeros tonos azulados. En ellos se observa macroscópicamente la heterogeneidad del tamaño de sus cristales; con la peculiaridad de mostrar en los más grandes, los tonos más oscuros. Otro aspecto característico es su fuerte olor cuando se fragmenta.

Al microscopio presentan una textura granoblástica heteroblástica de cristales de calcita, de grano grueso con un tamaño máximo (MGS) de 3 a 4 mm y entre ellos múltiples pequeños menores de 1 mm. Algunas muestras (1-S y 10-S) porfidoblásticas presentan signos de deformación en sus maclas y desarrollo de texturas en mortero, sin llegar a presentar una orientación preferente. La forma del límite de grano (GBS) varía de recto a ligeramente suturado, predominando los límites curvos. Accesoriamente contiene cuarzo y escasas micas (Fig. 12).

Su catodomicrofacies no es común en todas las muestras. 22-B y 11-S manifiestan una luminiscencia heterogénea de color púrpura e intensidad baja con cristales aislados de luminiscencia algo mayor; en cambio la luminiscencia de 1-S y 10-S es de mayor intensidad (media) y homogénea con coloración púrpura y rojo oscuro respectivamente, con algunos límites de grano más claros (Fig. 13).

Los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  obtenidos mediante el espectrómetro de masas de ratio isotópico (IRMS) aparecen reflejados en la Fig. 14. En dicho gráfico, se han proyectado con los campos de distribución de los mármoles blancos clásicos de caracte-

21 Gráfico modificado a partir de GORGONI, C., LAZZARINI, L., PALLANTE, P. y TURI, B.: 2002.

22 En ATTANASIO, D., ARMIENTO, G., BRILLI, M., EMANUELE, M. C., PLATANIA, R. y TURI, B.: 2000 se compara el valor discriminante de diversas variables.

rísticas granulométricas semejantes (tamaño máximo de grano  $MGS < 2\text{mm}$ )<sup>23</sup>. Sus valores  $\delta^{13}\text{C}$  frente a  $\delta^{18}\text{O}$  son los siguientes: 22-B (2,86 / -1,70), 1-S (3,13 / -1,80), 10-S (4,18 / -2,96) y 11-S (4,05 / -1,65).

Las características enumeradas permiten determinar el origen de este conjunto de muestras en las canteras francesas de mármol cretácico de Saint-Béat, en el Alto Garona. La variabilidad existente tanto en la microtextura, tamaño de grano o en su catodomicrofacies, son reflejo de la diversidad de mármoles existentes en este mismo distrito de canteras.

### 3. Caracterización de los marmora de color

Las piezas 23-B y 28-B corresponden litológicamente a calizas nodulosas ligeramente metamorfozadas y deformadas. Visualmente, los cristales de calcita son de grano fino y están bien cristalizados, con una matriz de color rosado o verde respectivamente. En la variedad rosada, su color se debe a la presencia de hematites, mientras que en la verde, son los cristales de clorita los que motivan su coloración. Ambas aparecen seccionadas por fracturas rellenas de calcita blanca. Se trata de dos variedades de calizas devónicas procedentes de una misma zona de explotación localizada en Campan<sup>24</sup>, Altos Pirineos franceses. Se conocen como *Cipollino mandolato* o Campan rosado y verde.

Los *marmora* correspondientes a las muestras 26-B y 27-B son la misma variedad litológica. Se trata de una caliza bioclástica compuesta por restos de conchas de ostreidos, bivalvos y otros fósiles negros o blancos fragmentados finamente, característica determinante en esta variedad. Presenta una matriz carbonatada amarillo anaranjada que puede tomar tonalidades rojizas si contiene óxidos de hierro.

Se corresponden con la variedad llamada Lumaquela oriental o Lumaquela de Egipto, nombre que conduce a error ya que es una caliza mesozoica procedente de las canteras de Henchir Kasbat, Túnez.

La pieza 29-B es una caliza marmórea de grano fino, constituida por un ensamblado de microcristales de calcita con un característico color rojo púrpura proporcionado por la presencia de hematites. Este *marmor* denominado Rosso antico o *marmor Taenarium*, fue uno de los más cotizados y proviene de las canteras griegas de calizas del Cretácico Superior y Eoceno localizadas en Profitis Elias y Paganea, Cabo Taenaro.

La última muestra arqueológica analizada, 30-B, corresponde litológicamente a una caliza amarilla de grano fino (micrítica), ligeramente brechificada. La matriz que se observa es de color naranja-marrón. Esta variedad es una caliza jurásica denominada Giallo antico o *marmor Numidicum* procedente de las canteras de Chemtou (cerca de la antigua ciudad romana de *Simitthus*), en Jendouba, Túnez.

A modo de resumen, la procedencia local o importada de los elementos arqueológicos, inferida a partir del estudio arqueométrico, queda reflejada en la Fig. 16.

23 Gráfico modificado a partir de GORGONI, C., LAZZARINI, L., PALLANTE, P. y TURI, B.: 2002 y LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., TURI, B. y BLANC, Ph.: 2000.

24 Una descripción pormenorizada de estas variedades se encuentra en ANTONELLI, F.: 1999, 250.

Sigla	Elemento	Tipo de roca	V riedad	Procedencia
1-B	Sillar. Acueducto	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
2-B	Sillar. Termas	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
4-B	Tambordecolumna. Pórtico	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
SB	Tesela de mosaico	Caliza micrítica blanca	Caliza micrítica del Mioceno	Regional, Cinco Villas
9-B	Tesela de mosaico	Caliza algal bioclástica negra	Caliza algal del Mioceno	Regional, Cinco Villas
14-B	Estela funeraria. Necrópolis	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
21-B	Frag. de moldura. Ínsula	Mármol blanco grano fino homogéneo	Carrara	Carrara, Italia
22-B	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
23-B	Frag. de placa	Caliza nodular metamorfozada rosada	Campan rosado	Campan, Francia
26-B	Frag. de moldura. Termas	Caliza con frag. de bivalvos (lumaquela)	Lumaquela oriental	Henchir Kasbat, Túnez
27-B	Frag. de placa. Termas	Caliza con frag. de bivalvos (lumaquela)	Lumaquela oriental	Henchir Kasbat, Túnez
28-B	Frag. de placa. Termas	Caliza nodular metamorfozada verde	Campan verde	Campan, Francia
29-B	Frag. de placa. Necrópolis	Mármol calcítico impuro grano fino	Rosso antico	Cabo Taenaro, Grecia
30-B	Frag. de placa. Necrópolis	Caliza micrítica brechificada amarilla	Giallo antico	Chemtou, Túnez
1-S	Frag. de placa	Mármol gris grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
2-S	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Beat	Saint-Beat, Francia
3-S	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
4-S	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
5-S	Frag. de placa	Mármol blanco grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
6-S	Frag. de placa	Mármol blanco grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
7-S	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
8-S	Frag. de placa	Mármol bandeado grano heterogéneo	Saint-Béat (bandeado)	Saint-Béat, Francia
9-S	Frag. de moldura o placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
10-S	Frag. de placa	Mármol gris grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
11-S	Frag. de placa	Mármol blanco grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
12-S	Frag. de placa	Mármol gris claro grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
5-A	Sillar. Mausoleo	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
7-F	Sillar. Bustum	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
11-F	Frag. de placa	Mármol blanco grano heterogéneo	Saint-Béat	Saint-Béat, Francia
13F	Ara taurobólica	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Local, Cinco Villas
20-L	Rueda de Molino	Microbrecha (Tillita) de acción glaciár	Microbrecha glaciár cuaternaria	Deposito glaciár, Pre pirineo
B-1	Muestra de afloramiento	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Los Bañales, Cinco Villas
B-2	Muestra de afloramiento	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Los Bañales, Cinco Villas
F-3	Muestra de afloramiento	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Farasdués, Cinco Villas
S-16	Muestra de afloramiento	Arenisca calcárea (Litoarenita)	Arenisca del Mioceno	Sádaba, Cinco Villas

FIG. 16. Variedades y procedencia de las rocas determinadas a partir del estudio arqueométrico.

## V. Conclusiones

El estudio de los materiales lapídeos y su papel en la monumentalización de Los Bañales se erige en un caso idóneo para comprender el uso de estos materiales en la sociedad romana e intentar esclarecer los mecanismos a partir de los cuales, no sólo se traían los *marmora* más lujosos, sino también cómo y de dónde se obtenía la piedra local, fundamental para la erección de los edificios e infraestructuras monumentales.

En este segundo aspecto, la confirmación mediante los análisis arqueométricos, de que no sólo los tambores de columna del pórtico ubicado a la actual entrada al yacimiento y los sillares de las termas, del mausoleo de los Atilios, del *bustum* de San Jorge de Biota/Farasdués y del acueducto que suministraba agua a la ciudad, sino también las aras y estelas funerarias eran elaboradas con la arenisca calcárea miocena que aflora en el territorio circundante (Fig. 16), llevó a considerar detalladamente los puntos de extracción identificados en el área. Sin embargo, a falta de excavaciones arqueológicas que permitan obtener datos estratigráficos directos, sólo nos es posible ofrecer una primera aproximación, quedando la cronología de cada uno de ellos por confirmar<sup>25</sup>.

De entrada, los puntos de extracción identificados se dividen en dos grandes categorías:

- a) Los que pueden considerarse cantera *per se*, en cuyo caso sólo contamos con el ejemplo de la cantera del *specus* del acueducto.
- b) Los puntos donde solo se realizó una extracción puntual de piedra y que, por lo tanto, no pueden considerarse como canteras propiamente dichas. A este segundo grupo pertenecen el resto de los lugares estudiados (La Pesquera, Puyarraso, Punta Samper, La Barbera, La Bueta y El Pueyo).

Igualmente, el distinto sistema de extracción documentado en ambos grupos parece indicar que pertenecen a una estrategia de empleo de los recursos lapídeos distinta. Si bien en la cantera del *specus* se siguió el método más habitual de extracción en época antigua, consistente en el arranque de bloques cuadrangulares o rectangulares mediante su delimitación con zanjas y su posterior rotura mediante cuñas, en el resto de puntos de extracción la extracción de piedra se realizó mediante el aprovechamiento de la marcada estratificación horizontal que presentan las capas de arenisca y el empleo de cuñas rectangulares de dimensiones relativamente grandes e insertadas perpendicularmente, para producir una fractura en sentido vertical de las mismas (Fig. 17<sup>26</sup>). A pesar de que la utilización de una litología de marcada estratificación, en conjunción con el uso de cuñas para la extracción de bloques de

25 Los datos derivados únicamente de las evidencias de extracción en las canteras no son suficientes para llegar a conclusiones cronológicas fiables dada la pervivencia de los métodos de extracción a lo largo de muchos siglos, sin que se modificaran sustancialmente hasta la introducción de la pólvora y el hilo helicoidal. Además, se han observado variaciones significativas de estos métodos entre los territorios en función de la litología de sus materiales pétreos, cosa que dificulta aún más datar zonas de extracción en base a este tipo de datos.

26 Reconstrucción según BESSAC, J. C.: 2008, 261, Fig. 89.



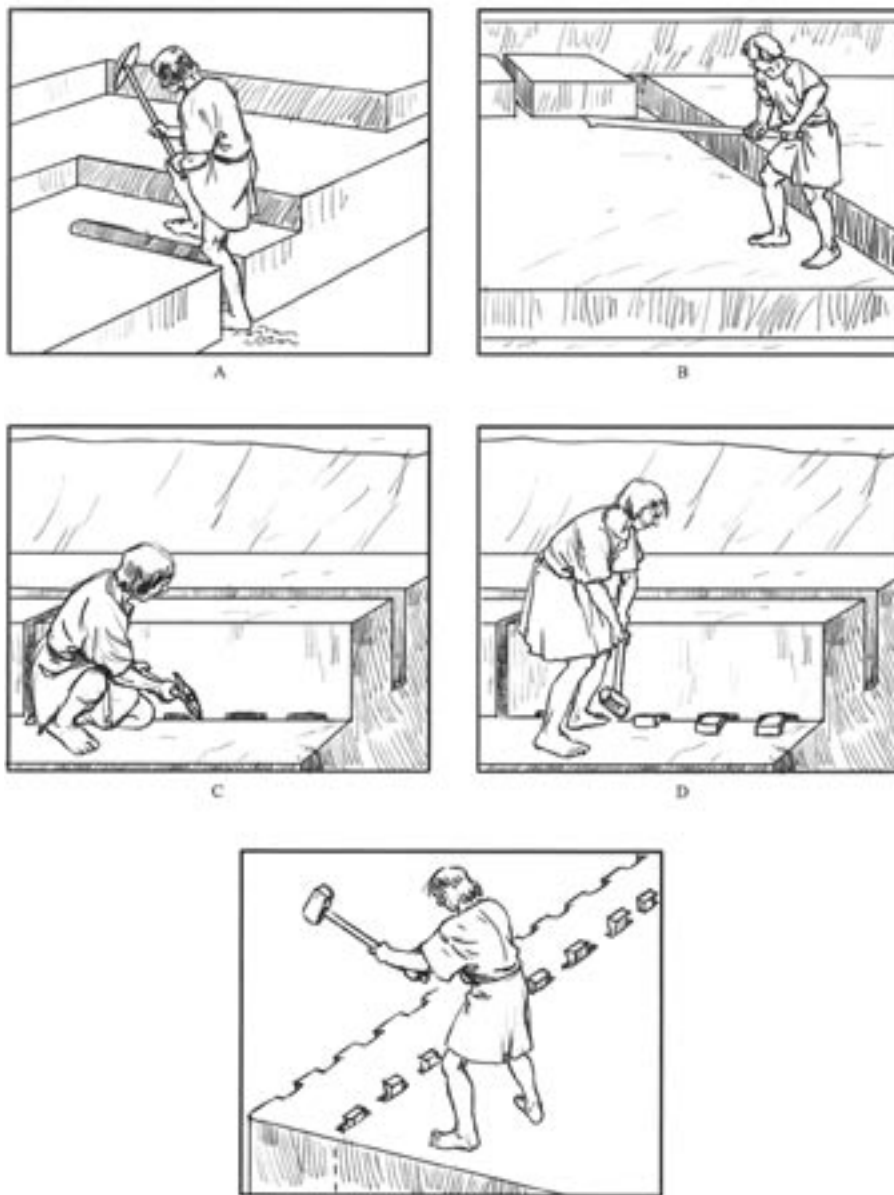


FIG. 17. Reconstrucción hipotética de los distintos métodos de extracción empleados en el territorio de Los Bañales: mediante zanjas y cuñas en posición horizontal (A, B y C), y mediante la fractura vertical de bloques con cuñas (D) (según Bessac, J. C.: 2008: 261, Fig. 89).



mayor o menor tamaño, también se ha documentado en época antigua, éste fue mucho menos empleado que el anterior<sup>27</sup>.

Una vez arrancados los bloques del lecho de roca, fuera cual fuera la técnica empleada, éstos eran desbastados a pie de cantera utilizando un pico de corte puntiagudo para esbozar su futura forma, ya fueran *cupae*, muy numerosas en el territorio de Los Bañales<sup>28</sup>, o bien bloques rectangulares que posteriormente serían empleados en las construcciones de los alrededores.

Sin poder descartar de forma definitiva su pertenencia a trabajos de época antigua a falta de elementos cronológicos claros, hay varios factores que parecen indicar en la dirección contraria. En primer lugar, cabe considerar el encontrarnos con dos técnicas de extracción tan distintas en un contexto geográfico muy reducido y, más importante, en el mismo contexto geológico y litológico. En efecto, tanto la cantera del *specus* del acueducto como los puntos de extracción esporádicos (La Pesquera, Puyarraso, Punta Samper, La Barbera, La Bueta y El Pueyo) fueron abiertos en el mismo tipo de formación geológica y para explotar la misma piedra. Así pues, cabe preguntarse a qué respondería el uso de una técnica tan diferente en ambos casos.

Por otro lado, a pesar de la gran presencia de elementos constructivos y edificados en el territorio alrededor de Los Bañales, para cuya construcción se podría pensar en un primer momento que se destinaría la piedra de los puntos de extracción dispersos por la zona, hay que recordar que, *grosso modo*, en éstos los bloques empleados presentan unas dimensiones y formas muy regulares que siguen los modelos romanos. Para llegar a este estadio, los bloques irregulares, de grandes dimensiones, que se arrancaron de los puntos de extracción ocasionales (La Pesquera, Puyarraso, Punta Samper, La Barbera, La Bueta y El Pueyo) habrían necesitado un trabajo de desbaste importante. Dado que tenemos a poca distancia el ejemplo de la cantera del *specus*, que demuestra que era posible sacar bloques ya más o menos esbozados, no parece lógico que contemporáneamente se decidiera emplear otra técnica que requería un trabajo posterior de la piedra mucho más laborioso.

Finalmente, hay que tener en cuenta la existencia de otras tantas construcciones en piedra de épocas posteriores en el mismo territorio, por no hablar de las numerosas edificaciones medievales resultantes de su rica historia durante la Reconquista. A pesar de que buena parte del material constructivo pudiera ser reaprovechado de la ciudad romana, bien para construcciones defensivas o religiosas (castillo de Sádaba, castillo de Uncastillo; y las numerosas iglesias de ambas poblaciones, etc.), bien para edificios de menor envergadura y de carácter privado (casonas o casas solariegas, establos, etc.), es muy probable que necesidades puntuales de material constructivo fueran resueltas mediante la extracción rápida y fácil de piedra que proporciona el arranque de bloques aprovechando la estratificación natural de la roca.

27 En efecto, la extracción mediante zanjas y cuñas ha sido ampliamente descrita y tratada por varios autores, entre los cuáles cabe destacar BESSAC, J. C.: 1996; DWORAKOWSKA, A.: 1983; KOZELJ, T.: 1988; y RÖDER, J.: 1957. En el caso de la extracción mediante cuñas, su uso se ha documentado en el noreste peninsular por GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO, A.: 2009(b), 270, siendo su ejemplo más significativo el caso de Ampurias, donde se han identificado agujeros de cuña en algunos bloques de la Neapolis ampuritana descritos también en BESSAC, J. C.: 1993.

28 Cabe mencionar que algunos bloques hallados cerca de la Punta Samper parecen ser destinados a este tipo de elementos. Para las *cupae* en la zona puede verse el trabajo de Á. A. JORDÁN en este mismo volumen (pp. 289-336) y, especialmente, la síntesis de ANDREU, J.: 2008(b), con toda la bibliografía (además de en BELTRÁN LLORIS, F., JORDÁN, Á. A. y ANDREU, J.: 2012).



FIG. 18. Localización geográfica de las canteras de roca ornamental estudiadas del yacimiento romano de Los Bañales y su territorio.

Por lo tanto, nos encontramos con dos patrones de extracción distintos: por un lado estos puntos de aprovechamiento ocasionales, que se encuentran en las inmediaciones, bien del núcleo de Los Bañales, bien de alguna de las villas que jalonan la zona; y, por el otro, el que está representado por la cantera del *specus*, que respondería a un patrón menos disperso ya que se extrajo de un mismo lugar un mayor volumen de material constructivo para ser usado en las inmediaciones (bien en el recorrido aéreo del acueducto, bien en la misma ciudad). No obstante, cabe recordar que estos resultados son fruto de una primera aproximación que deberá ser completada en un futuro próximo, ampliando el área prospectada a territorios más alejados de la ciudad y que podrían proporcionar nuevos datos sobre otros frentes de extracción o canteras que proporcionarían piedra de construcción a la ciudad romana y cuyos datos esperamos permitan corroborar y ampliar los aquí presentados.

El estudio arqueométrico de los elementos muestreados se ha adaptado al tipo de roca. La relación entre la naturaleza lítica y la función del elemento es evidente como puede observarse en la tabla de la Fig. 16, donde se refleja la cantera de procedencia asignada tras el estudio arqueométrico. Las muestras se han comparado con la litología de la zona. Se han diferenciado elementos locales e importados. Entre los primeros predominan las areniscas miocenas con un uso extensivo y generalizado de este material lapídeo tanto en elementos de sustentación (sillares y tambores de columnas) como en decoración arquitectónica (estelas y arcos).

El uso mayoritario de las areniscas es lógico por la confluencia de varios factores: estas rocas ocupan una mayor extensión de afloramiento<sup>29</sup>; precisamente sobre

29 Se ha efectuado una revisión bibliográfica de datos sobre las zonas de canteras explotadas, o con posibilidad de extracción, en la Comarca de las Cinco Villas. Para ello se han consultado las hojas números: 174, 175, 207, 208, 245, 246, 283, 284, 321 y 322, escala 1:50.000, del Mapa Topográfico del Ejército, así como las correspondientes del Mapa Geológico de España, editadas por el I.G.M.E. (Instituto Geológico y Minero de España). Además se ha dispuesto de las hojas correspondientes del Mapa de Rocas Industriales, escala 1:200.000, editado por el mismo I.G.M.E.

ellas se ubican los yacimientos arqueológicos objeto de estudio, siendo por tanto muy accesibles, tienen una calidad mecánica aceptable y, por último, la morfología de los afloramientos que junto con la facilidad de talla, hacen que sean sencillas de trabajar y de extraer en grandes bloques.

Las calizas utilizadas en elementos de reducido tamaño (teselas de mosaico) son también materiales de ámbito regional. Para este tipo de elemento cabe pensar que se surtieran de una materia prima fácil de obtener como son los arrastres fluviales (cantos y gravas), donde la diversidad de coloración de la piedra estaba garantizada. Por otra parte, para útiles de molienda, eligieron piedras con una gran resistencia mecánica a la abrasión, como demuestra la pieza de tillita analizada, cuya procedencia geológica puede adscribirse a un contexto regional.

Entre los materiales importados, los *marmora* estudiados son variados y de procedencia dispar, pero cabe destacar el predominio del mármol de Saint Béat. Se trata de elementos ornamentales (fragmentos de placas de revestimiento) o arquitectónico-decorativos. En la Fig. 18 se muestra la situación geográfica de todas las canteras mencionadas junto con la localización del yacimiento de Los Bañales.

Es significativo que entre las placas de revestimiento se ha identificado mármol blanco de Saint-Béat, en los tres yacimientos arqueológicos estudiados. Este noble material ha sido reconocido profusamente en la cercana *Caesaraugusta*, especialmente en su teatro<sup>30</sup> con fines arquitectónico-decorativos, epigrafía y escultura. Con la constatación del uso, en este territorio, de esta variedad, va ampliándose el mapa de su distribución en el convento cesaraugustano<sup>31</sup>.

La presencia del mármol *lunense* de Carrara en un fragmento de moldura de Los Bañales pone de manifiesto la riqueza decorativa de determinadas estancias, para las que eligieron un material importado de mayor calidad frente a otras opciones que como las del Saint Béat podrían resultar relativamente más accesibles.

El número de piezas de *marmora* de color, aunque escaso, exhibe una elevada diversidad: Campan verde, Campan rosado, Giallo antico, Lumaquela oriental y Rosso antico. A su vez, su procedencia es diversa y en algunos casos notablemente exótica: Francia (Campan), Túnez (Chemtou y Henchir Kasbat) y Grecia (Cabo Taenaro). Es fácil que las piezas de Campan se distribuyeran junto con al mármol de Saint Béat mientras que el resto puede pensarse en su comercialización vía Roma. Es preciso remarcar que tanto el Rosso antico como el Giallo Antico se trata de variedades imperiales muy cotizadas en su momento.

Con todo ello, y a pesar de su escaso número, debe reivindicarse el protagonismo que toma el hallazgo de estos *marmora* ya que aportan señas de la riqueza de la decoración de estos yacimientos arqueológicos, aspectos que ayudan a completar su panorama socioeconómico.

30 LAPUENTE, M<sup>a</sup> P., TURI, B. y BLANC, Ph.: 2009.

31 Esta visión podrá ser ampliada a la luz de las investigaciones emprendidas con el estudio arqueométrico de las piezas marmóreas halladas en otros yacimientos arqueológicos de la provincia de Huesca, gracias a la ayuda del Instituto de Estudios Altoaragoneses.

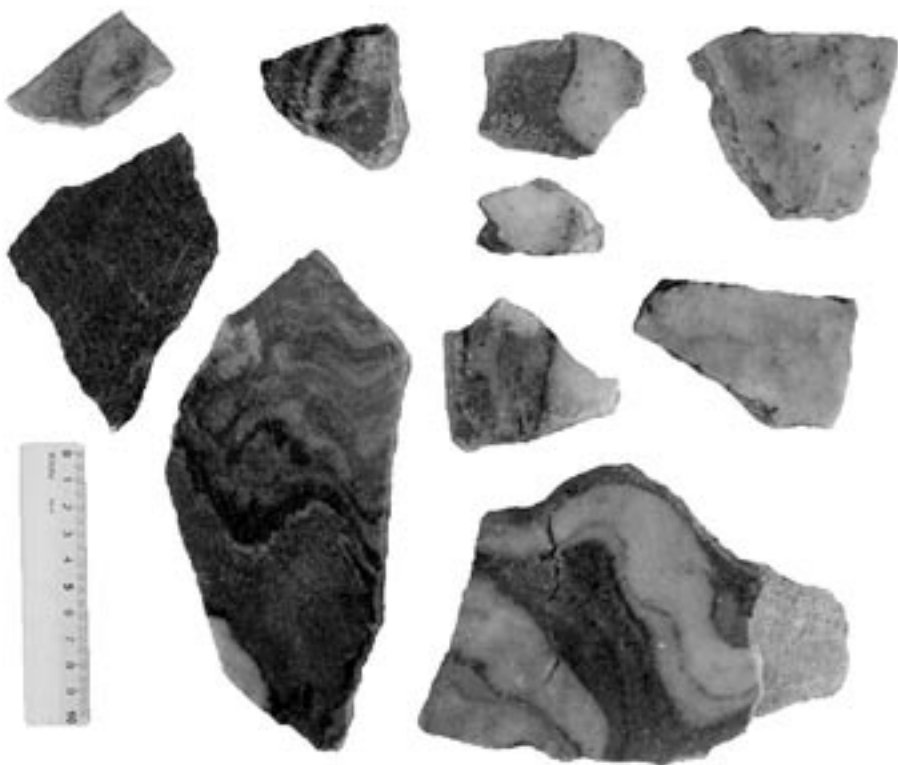


FIG. 19. Fragmentos de placas de revestimiento de *cipollino verde* (*marmor Carystium*, de Eubea, Grecia) conservadas en una colección particular de Ejea de los Caballeros.

*POST SCRIPTVM.*— Entregado este trabajo a imprenta, gracias a la colaboración de J. Planas, vecino de Ejea de los Caballeros, hemos tenido conocimiento de la existencia de un amplio lote de fragmentos de mármol verde *cipollino* (*marmor Carystium*) —uno de los mármoles más populares en el Occidente Romano desde que comenzó su explotación hacia el siglo II a. C., en las canteras de Karystos, en Eubea, Grecia— que amplía el radio de procedencia de los *marmora* documentados en la ciudad romana de Los Bañales (Fig. 19). Dicho material —junto con algunas molduras en mármol blanco de diversas calidades y con varios fragmentos escultóricos recuperados en la campaña de 2011— será objeto de estudio monográfico en una contribución presentada por los firmantes de este trabajo, junto con J. Andreu, a la IX Asmosia Conference que tendrá lugar en Roma en Mayo de 2012. Se remite a la publicación de dichas actas para el seguimiento de esta novedad.