

# ARQUEOLOGÍA

*Experimental*

## EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Investigación, didáctica y patrimonio



María Luisa Ramos Sáinz - Jesús Emilio González Urquijo - Javier Baena Preysler  
(Editores)

# PIEDRA Y MADERA: EXPERIMENTACIÓN DEL CORTE DEL GRANITO EN EL YACIMIENTO HISPANOMUSULMAN DE CIUDAD DE VASCOS

Jorge de Juan Ares y Yasmina E. Cáceres Gutiérrez

Jorgedejuana@hotmail.com, yascagut@hotmail.com

## RESUMEN

En este artículo se combinan nuestra experiencia y conocimiento sobre las técnicas y materiales utilizados por los canteros hispanomusulmanes de Ciudad de Vascos (Navalmoralejo, Toledo).

Nuestra experimentación trata de averiguar la efectividad real de las técnicas propuestas en la bibliografía sobre como era hecho este trabajo, analizándose su viabilidad y los restos arqueológicos generados durante el proceso.

**Palabras clave:** Ciudad de Vascos, arquitectura islámica, herramientas de cantería, Edad Media, quarrys, ashlar.

## ABSTRACT

This paper mix our experience and knowledge about the tecnic and materials used by the stoneworkers during islamic period in the medieval city of Ciudad de Vascos (Navalmoralejo, Toledo).

Our experiment trys to find out how really works the proposed tecnic in the bibliografy about who was made this work. We analyze their viability and archeological remains generated in the course of the process.

**Keywords:** Ciudad de Vascos, islamic architecture, masonry tools, Midle Edge, Canteras, sillares.

Durante el transcurso de las sucesivas campañas de excavación arqueológica que se vienen realizando en el yacimiento hispanomusulmán de Ciudad de Vascos ubicado en el municipio toledano de Navalmoralejo, resulta habitual encontrar grandes bloques de granito sobre los niveles de ocupación. Proceden de derrumbes de sillares o sillarejos y fragmentos desgajados del sustrato granítico natural que han de ser retirados para continuar con los trabajos de excavación. En ocasiones es necesario fracturar algunos bloques para poder desplazarlos, un trabajo que siempre ha sido realizado de una forma manual utilizando mazas, cuñas, cinceles y punteros.

La experiencia adquirida con el tiempo en este tipo de labores nos ha permitido tomar una mayor conciencia de la especialización necesaria para elaborar los sillares y sillarejos empleados en las construcciones del yacimiento, ayudándonos a realizar algunas precisiones sobre el tipo de labores efectuadas.

En este trabajo pretendemos realizar una primera aproximación preliminar al los métodos de extracción y transformación del material lítico empleado en Ciudad de Vascos. Consideramos que un mayor conocimiento de estos procesos nos permitirá aproximarnos a las características y modos de organización del trabajo de las construcciones que allí se realizaron.

## INTRODUCCIÓN

Resulta frecuente la aparición de restos de actividades de cantería en el entorno inmediato de las construcciones altomedievales. Pueden ser fácilmente diferenciados por la impronta de los negativos de los bloques obtenidos, que forman escalonamientos con ángulos rectos, llegando a adquirir apariencia de "gradas" en los casos más destacados (Fig. 1.1).

Sin embargo y a pesar de las habituales menciones a los restos de estas actividades extractivas que son citadas en las publicaciones, su estudio no ha recibido demasiada atención por parte de los investigadores de este período, siendo escasas las referencias bibliográficas que las mencionan. Las citas más precisas sobre trabajos de extracción de piedra a pie de obra suelen resultar recurrentes interpretándose con frecuencia que fueron realizadas utilizando cuñas de hierro y madera "siguiendo la tradición romana" sin que sean realizadas más precisiones sobre los métodos de trabajo.

Con la experimentación propuesta en este estudio queremos investigar hasta que punto estas técnicas fueron utilizadas en Ciudad de Vascos, tratando de objetivar en que medida su uso se puede inferir a partir de las marcas generadas por esta actividad en la roca madre y en los productos acabados (sillares y sillarejos).

\* Excavaciones arqueológicas "Ciudad de Vascos" (Navalmoralejo, Toledo).

## CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

La primera cuestión que hemos de valorar en esta aproximación a los procesos de transformación de la piedra son las características del material lítico utilizado que resulta determinante en cuanto a su comportamiento en obra, una vez puesto en carga, y en la metodología y energías necesarias para su transformación en piezas acabadas.

La ciudad de Vascos se encuentra enclavada en un entorno en el que existe un casi absoluto predominio de los materiales graníticos. Han sido caracterizados por el Mapa Geológico de España como granitoides microporfídicos de grano grueso pertenecientes al afloramiento Puente del Arzobispo-Navalmoralejo.

*El granito es una roca de alta densidad que se cuenta entre los tipos de piedra con mayor peso específico en torno a los 2,70 gr./cm<sup>3</sup>. Esta alta densidad, las particularidades de su composición mineralógica (con abundante cuarzo y feldespato) y estructura compacta, le confieren gran dureza, tenacidad y resistencia (1000-1400kg/cm<sup>3</sup>) a la compresión. Estas características lo convierten en un material muy adecuado para la construcción de paramentos de sillares como los utilizados en las torres y murallas de Ciudad de Vascos.*

A pesar de la aparente uniformidad en el material que podría desprenderse de nuestras palabras hay que indicar, aparte de la existencia de materiales intrusivos, que los materiales han sido intensamente deformados y fracturados, siendo sometidos a importantes alteraciones químicas y mecánicas. Estas alteraciones, como la fracturación interna de la roca o la pérdida de compacidad por alteración química, han provocado que en algunas zonas la roca quedara en un estado de degradación tal que impidió su utilización como material de construcción. A pesar de ello el material de buena calidad es muy abundante en el yacimiento. En este sentido se pueden apreciar variaciones en las calidades de la piedra utilizada en las distintas partes de la muralla, que se adaptó a la materia prima disponible en su entorno inmediato.

## RESTOS DE LAS ACTIVIDADES DE TRANSFORMACIÓN

Las actividades de transformación del granito pueden ser investigadas por medio de los restos arqueológicos que han dejado en distintas partes del yacimiento. El importante desarrollo alcanzado por estas actividades es puesto de manifiesto por su amplia extensión superficial constatándose en todas las áreas del yacimiento incluyendo los arrabales, ambas necrópolis e incluso. También se evidencian extracciones puntuales en lugares alejados del ambiente urbano que ponen de manifiesto la existencia de actividades constructivas puntuales asociadas a distintas actividades encaminadas a la explotación agropecuaria del territorio como la construcción de vallas de piedra e infraestructuras hidráulicas (acequias, pozos y aljibes).

A partir de la variada tipología de los restos constatados se pueden estudiar las características de las diferentes fases del proceso de transformación de la piedra desde su extracción en cantera hasta el resultado final. Las características de estos trabajos y abundancia de restos conocidos permiten deducir la existencia de distintas actividades que son susceptibles de ser detectadas arqueológicamente.

En esta primera aproximación no pretendemos realizar un análisis exhaustivo de cada una de ellas, por lo que nos limitaremos a indicar cuales son restos arqueológicos que permiten acercarnos a su estudio. Se pueden agrupar en cuatro grupos principales:

### Actividades extractivas abandonadas inconclusas:

Por toda la superficie del yacimiento existen evidencias de actividades extractivas inconclusas encaminadas a la obtención de piezas de granito con cara plana.

Habitualmente en los bloques de mayor tamaño se documentan marcas en negativo de piezas extraídas indicando que al menos parcialmente fueron aprovechadas como material de construcción.

Los restos de estas actividades se caracterizan por conservar alineamientos de ranuras incisas que fueron realizadas para introducir las cuñas, indicando el plano de fractura que se pretendía obtener e cada uno de los bloques. Pueden aprovechar las pequeñas fracturas y vetas del material o ser trazadas a contraveta. Tienen una longitud media de 6-7 cm., llegando en ocasiones hasta los 10 cm. Si bien la separación entre ellas no es homogénea, tienden mayoritariamente a ser ligeramente más largas que las incisiones. La anchura media de las ranuras se sitúa en los 2-3 cm., con ocasionales excepciones algo más anchas, contando con 4-5 cm. de profundidad media. Indicar que de manera poco frecuente se documentan líneas de ranuras que se encuentran unidas entre sí por una línea incisa, mucho menos profunda que las ranuras, marcando la línea de fractura. Sobre la cuestión de la profundidad de las ranuras y la función de estas líneas incisas hablaremos más adelante al describir la tercera fase de la experimentación que presentamos.

### Bloques con negativos

Denominamos de esta manera a aquellos aquellos bloques o núcleos de piedra natural en los que se conservan las improntas en negativo dejadas por las piezas extraídas. Resultan muy abundantes, encontrándose dispersos por toda la superficie del yacimiento.

En una observación superficial la determinación segura de algunas fracturas artificiales se ve dificultada por la tendencia natural del granito a generar líneas de fractura en ángulos de 90 ó 45 grados sexagesimales, aunque es posible establecer algunas pautas objetivas para su segura identificación. U

La observación preliminar de los bloques o núcleos de piedra permite identificar los escalonamientos característicos de este tipo de labores y que en el caso de Vascos rara vez superan las dos gradas. La regularidad de las fracturas y la perfecta perpendicularidad de los planos horizontal y vertical son de por sí muy indicativos.

Es importante destacar a este respecto la posibilidad de identificar el módulo según el cual fueron cortados a partir de las dimensiones de los planos generados artificialmente sobre la roca. En el caso de Vascos, sin contar aun con una cartografía de los mismos, se identifican planos verticales y horizontales de 42 cm. y 30 cm. de anchura que se corresponden respectivamente con los módulos de altura de hiladas mayoritariamente empleados en la construcción de la muralla de la medina.

Una vez identificados los escalonamientos, un elemento que resulta muy determinante es el perfil de cada uno de los vértices de la fracturas. En ellos una observación detallada permite identificar las marcas en negativo de las alineaciones de ranuras que marcaban la línea de fractura en el bloque original (Fig. 1).

Estas marcas también se pueden apreciar en bloques de granito de perfil recto cortados en vertical, en los que los escalonamientos fueron amortizados como material de construcción o de los que se extrajo un sillarejo de gran tamaño. Ambas opciones pueden ser documentadas en los lugares de aprovisionamiento a partir de las marcas dejadas por esta actividad a partir de la identificación pequeños rebordes que diferencian cada grada en el plano vertical, y que no están presentes cuando se corta una única pieza de gran tamaño (Fig. 1 y 2).

Los afloramientos naturales con marcas de corte han de ser considerados los lugares de aprovisionamiento de la materia prima. A partir de su abundancia y dispersión se infiere que la cercanía a las construcciones. Por lo que se refiere a las murallas de Ciudad de Vascos fue uno de los factores determinantes de su ubicación. En relación a ello cabe señalar que en ambas necrópolis situadas extramuros se localizan extracciones en afloramientos cercanos a las tumbas, realizadas para la fabricación de los cipos funerarios y los sillarejos empleados en su construcción.

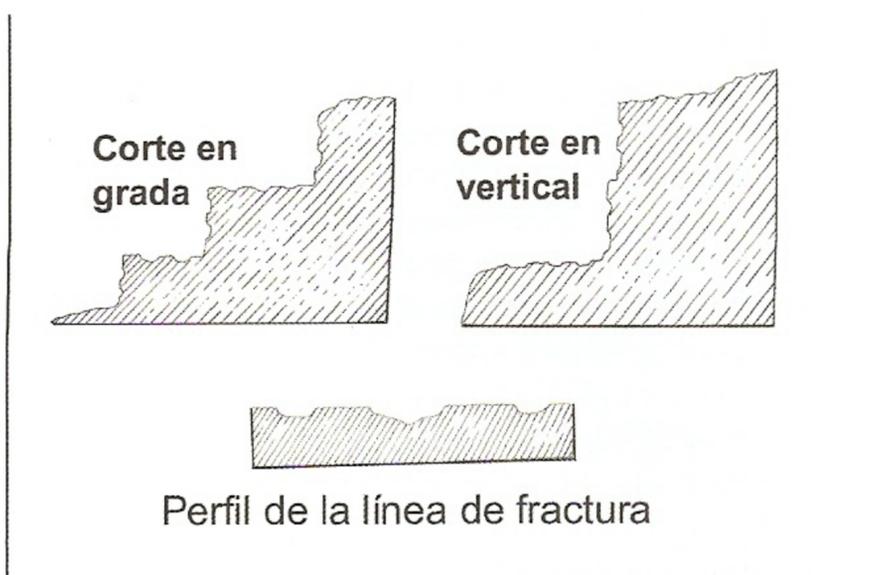


Figura 1. Secciones ideales de cortes en granito.

## Productos acabados

En las piezas terminadas resultantes de la talla de la piedra, como son los sillares y sillarejos empleados en las construcciones de Ciudad de Vascos se pueden distinguir distintas calidades tanto en el trabajo como en la calidad de piedra utilizada. En todos es reconocible el trazado de las fracturas primigenias en los vértices de cada una de las piezas. A su vez, sobre esas líneas de fractura es posible apreciar en mayor o menor medida la presencia de las muescas originadas por los procesos previos de extracción y transformación de la materia prima (Fig. 1).

Partiendo de sus características formales y disposición en obra es posible investigar algunas cuestiones que necesariamente hubieron de ser tenidas en cuenta en el momento de trazar el plano de sección de cada pieza. Uno de ellos, que ya hemos citado al hablar de los bloques con negativos, es la utilización de un módulo de tamaño preciso en la altura de las hiladas de algunas partes de la muralla. Ello sería extensible a otras piezas utilizadas en diferentes construcciones que se ajustaron a un patrón volumétrico predeterminado. Este fue el caso entre otros de las jambas, los sillares esquineros, los dinteles o las dovelas utilizadas en los arcos de herradura como el que coronaba la puerta principal de la alcazaba de la ciudad.

## Evidencias procedentes de contextos de excavación arqueológica

Los resultados de las excavaciones arqueológicas que se realizan en Ciudad de Vascos son una importante fuente con la que complementar de manera significativa algunos aspectos de la talla del granito que no pueden ser conocidos exclusivamente a través de la observación sus restos superficiales.

Durante las distintas intervenciones realizadas ha sido posible documentar en estratigrafía diferentes restos de actividades extractivas o de talla del material. Están representadas principalmente por bloques de piedra en bruto, cortados pero no utilizados, que aparecen tanto en los niveles de fundación como en los últimos momentos de la ocupación andalusí. El motivo por el cual no fueron utilizados los diferentes ejemplos atestiguados resulta a todas luces muy difícil de establecer.

En al menos una ocasión, tenemos la certidumbre de la existencia de una zona de aprovisionamiento de piedra situada en el interior amurallado que permaneció en explotación, o que al menos nunca fue urbanizada, mientras eran ocupados los edificios de su entorno. En esta zona se han documentado actividades extractivas inconclusas, piezas en negativo y productos prácticamente terminados. Si como parece probable, esta zona de cantera permaneció en explotación hasta poco antes del abandono de la ciudad su abandono habría que situarlo en el último tercio del siglo XI.

Las excavaciones arqueológicas también han permitido documentar el uso dado a los fragmentos de granito

sobrantes del proceso de talla. El caso más llamativo lo constituyen los potentes niveles de relleno realizados con cascajo de granito, utilizados en la nivelación del terreno y cimentación de la muralla y de las torres construidas en la alcazaba de la ciudad.

De manera más marginal también se ha documentado la utilización de fragmentos de granito de pequeño tamaño junto con arenas de granito pulverizado, en los rellenos realizados bajo los suelos construidos en algunos de los edificios construidos en la ciudad y en al menos un caso utilizado directamente como suelo. La similitud de estos niveles de granito, disgregado claramente por acción mecánica, con los desechos resultantes de la talla de sillares y sillarejos invitan a establecer una relación entre ellos. Cabe suponer que los desechos resultantes de la fabricación de las piezas usadas en los zócalos de sillarejo y mampostería durante la edificación de las viviendas serían los mismos empleados en dichos rellenos.

Otro tipo de evidencias destacadas obtenidas a través de los trabajos de excavación sobre el trabajo de cantería las proporcionan las herramientas aparecidas en contextos arqueológicos. Se conocen ejemplos de todos los tipos herramientas necesarias para esta tarea: cuñas, picos, mazos, punteros y cinceles (Cosín, Y. y Aparicio, C., 1993; Izquierdo, R., 1999, nº 44, 45 y 46; de Juan, J., 2005), aunque no todos ellos necesariamente hubieron de ser empleados en el trabajo de la piedra.

Como cabría esperar, resulta significativo que las cuñas de hierro sean piezas relativamente abundantes, por ser piezas que soportarían un gran desgaste y la facilidad con que podían perderse a causa de su pequeño tamaño. Las cuñas resultaban imprescindibles para tallar y abrir por percusión las hendiduras en la piedra que marcaban la línea de fractura. Como veremos más adelante, la experimentación indica que probablemente los punteros fueron las herramientas utilizadas para tallar sobre la roca las líneas de incisiones en donde eran insertadas las cuñas.

Los picos eran utilizados para encajar por percusión las cuñas, eliminar las aristas y abrir entallamientos sobre los que trazar las líneas de fractura en las rocas más duras. Los dos ejemplares documentados presentan, a igual que los mazos actuales, el lado del macho (aquel que golpea la cuña) con un plano a bisel realizado para minimizar el riesgo producido por las esquirlas como aún sigue siendo habitual en la actualidad.

## EXPERIMENTACIÓN DEL CORTE CON CUÑAS DE MADERA Y HIERRO EN GRANITO

En esta comunicación hemos querido aunar la experiencia adquirida a partir del conocimiento de los materiales y restos existentes de las actividades de cantería en el yacimiento, con la experimentación sobre los mismos soportes que fueron empleados hace un milenio.

El experimento planteado es solamente una aproximación preliminar a la generación de fracturas controla-

das en grandes bloques de granito por medios artesanales. Con el se pretendía demostrar experimentalmente la efectividad del empleo de las cuñas de madera y/o hierro siguiendo el ejemplo de las líneas de ranuras conservadas en el yacimiento, y las técnicas hipotéticamente empleadas para este tipo de labores, documentando las trazas dejadas en los restos líticos resultantes del proceso.

En la exposición en las distintas fases del experimento realizado hemos creído conveniente incluir algunas reflexiones sobre los condicionantes físicos de este tipo de trabajo en cada una de sus etapas (Fig. 2).

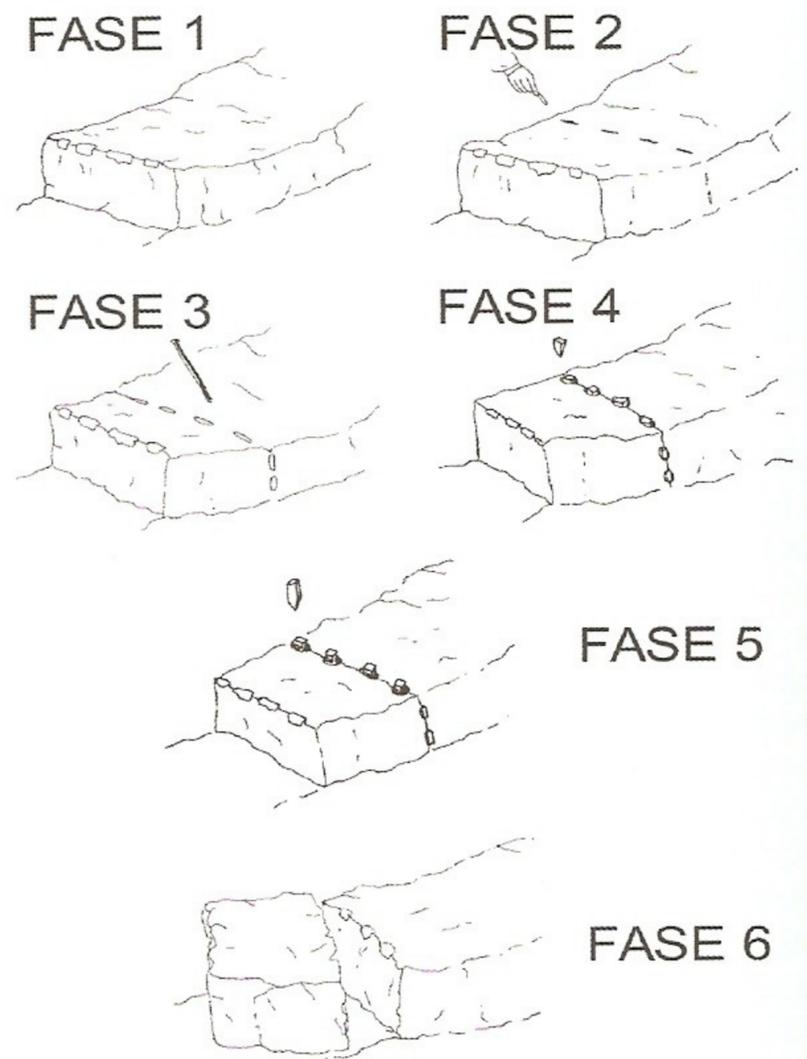


Fig 2. Fases de extracción de un sillarejo.

**Fase 1: Selección de la pieza.** Para la realización de este experimento, después de haber realizado multitud de pruebas se seleccionó un bloque del granito de 1,05 cm. por 1,23 cm. Su grano, tendente a fino dentro de lo habitual en el yacimiento, y su sonido, atestiguaban su gran dureza y tenacidad. No cabe duda que el proceso de selección de las piezas hubo de contar con cierto grado de especialización y la realización de diversas pruebas a las que podrían pertenecer algunos de los restos mencionados. La selección de estas piezas sería especialmente importante en el caso de aquellas piezas que requiriesen de unas cualidades y un tratamiento más elaborado, aunque siempre teniendo muy presente la proximidad de los recursos disponibles sobre todo en el caso de las piezas más grandes.

**Fase 2: Selección y dibujo de la línea de fractura.** La obtención de una fractura controlada destinada

a un sillar necesita de una observación detallada de la pieza para localizar las vetas y cambios en el material que puedan favorecer o perjudicar la consecución del tipo de fractura pretendida. La realización de una fractura fallida supondría en algunos casos la invalidación del trabajo realizado que en ocasiones podía ser considerable en términos de esfuerzo para el trabajador o trabajadores que la estuvieran realizando.

Una vez elegido el lugar más apropiado en el bloque seleccionado procedimos a dibujar las marcas sobre las que debían realizarse las ranuras que orientarían la fractura final (Foto 1.2.). Indicar a este respecto la necesidad de la realización de estas marcas en la proporción señalada, ya que de ser menor, la gran compacidad del material lo hace imprevisible incluso siguiendo fracturas antiguas o vetas del material. Del mismo modo es preciso evitar colocar las ranuras muy próximas de los ángulos de la pieza para evitar que la presión de las cuñas rompa sus esquinas.

Cabe pensar que la selección de los bloques y las líneas de fractura fuera elegida por algún trabajador más o menos especializado que supervisara el trabajo realizado, controlando sus dimensiones ajustadas a las necesidades del lugar donde fueran a ser empleadas. Posiblemente se utilizaran reglas y escuadras para el dibujo de estas líneas, especialmente para los cortes en horizontal y los bloques más grandes, utilizándose fragmentos cerámicos, de mortero de cal o carbones para trazar las líneas lo prácticamente imposible su detección en contextos arqueológicos.

**Fase 3: Realización de las incisiones.** Una vez seleccionado el recorrido de la línea de fractura, se procedió a tallar sobre la roca las ranuras que previamente habían sido dibujadas. Para el caso de Vascos, teniendo en cuenta las características de su material lítico y a partir de las conclusiones obtenidas en las pruebas realizadas, creemos que las ranuras hubieron de realizarse con puntero y maceta.

Los cinceles, al presentar un lado recto, no resultan efectivos para iniciar esta tarea ya que la extrema dureza de la roca hace que sea muy difícil su penetración en la roca generando ranuras con bordes irregulares y nunca paralelos que no tienen ninguna similitud con los ejemplos conocidos en el yacimiento. Por otra parte sus filos resultan continuamente dañados haciendo necesaria su continua reparación. Sin embargo la experimentación ha permitido comprobar que cuando se realiza esta tarea con punteros se facilita enormemente, al concentrar la fuerza del golpe en un único punto. Con la utilización del puntero se obtiene un índice de penetración mucho mayor, siendo posible simular perfectamente las marcas dejadas por los canteros del yacimiento (Foto 1.3.; Fig. 2.3). Al realizar este trabajo experimentalmente resulta evidente que el grosor de las ranuras resultantes es igual al grosor del puntero utilizado y que la herramienta resulta poco dañada en sus filo.

Los primeros golpes del puntero sobre la roca han de realizarse ligeramente inclinados con un ángulo en torno a

los 45º respecto al plano ofrecido por la piedra para incidir con mayor éxito. Con estos golpes preliminares se trata de obtener una primera perforación con la que generar un ángulo con la superficie original que permite obtener un primer frente de ataque, que es rebajado a lo largo de la línea dibujada sobre la roca. La repetición sucesiva de esta operación permite obtener la profundidad necesaria para las ranuras.

Una vez realizado el primer rebaje todo el proceso resulta más sencillo siendo incluso posible utilizar otras herramientas con menor capacidad de incisión como cinceles y cuñas, aunque siempre resulta más cómodo utilizar punteros que requieren un menor esfuerzo. La utilización de agua resulta muy efectiva en esta fase del proceso al permitir el reblandecimiento de la roca

#### **Fase 4: Introducción de las cuñas de madera.**

Tras haberse realizado las ranuras a lo largo de toda la línea de fractura, siguiendo los modelos detectados en el yacimiento, se procedió a introducir cuñas de madera en su interior.

Para la fabricación de las cuñas empleadas en nuestro experimento se utilizó madera de almendro (de gran dureza una vez seca), que fue cortada en tacos con sección en V, y que se dejó secar durante dos años. Antes de introducir cada taco en su respectiva ranura fue necesario que fueran ajustados al tamaño preciso de cada una de ellas.

Desconocemos que tipo de madera se utilizó en Vascos aunque teniendo en cuenta la ecología del lugar pudieron ser empleadas principalmente la encina, el acebuche, el enebro y el almendro, todas ellas unas maderas muy duras una vez secas, cada una de ellas con sus respectivos coeficientes de dilatación por humedad.

El siguiente paso fue introducir por percusión los tacos de madera en las ranuras de la piedra golpeándolos con una maceta. En esta fase del experimento se pudo comprobar que según se introducía la madera en la piedra se deformaba completamente. La cuña de madera se fracturaba laminarmente en el sentido de los golpes de maceta, quedando fuertemente ajustada al interior de las ranuras e inservible para una nueva reutilización. Este paso del experimento nos permitió constatar un hecho sobre la utilización de cuñas de madera, que se corresponde con ejemplos conocidos del trabajo artesanal del granito en el sistema central durante el siglo XX. La experimentación permite comprobar que en los golpes de la maceta sobre la madera introducida en las ranuras generan suficiente presión como para fracturar la roca sin que sea necesario humedecer previamente los tacos de madera.

Otro aspecto interesante es comprobar cómo para generar una fractura recta a lo largo de toda la pieza, hay que golpear todas las cuñas poco a poco, ya que de lo contrario la concentración de tensiones en un punto concreto de la línea de fractura tiende desviarla del objetivo programado a causa de la gran tenacidad del material.

Una vez situados los tacos de madera a lo largo del contorno de tres de los cuatro lados de la línea de fractura, se envolvieron en paños de algodón empapados en agua que fueron martilleados y regados hasta empañar completamente la madera. Con ello efectivamente se conseguía agrandar la fractura hasta 1 m.m. en algunos puntos, aunque no en la totalidad de la pieza. Por lo que consideramos que este paso no fue siempre necesario, aunque la penetración del agua en la fractura también contribuiría a facilitar el trabajo.

**Fase 5: Introducción de las cuñas de metal.**

Si bien con un puntero, una maceta y tacos de madera es posible generar una línea de fractura, comprobamos que resulta imprescindible la utilización de cuñas de hierro u otro material de dureza similar para separar definitivamente la roca en dos bloques de caras planas.

Además de generar la línea de fractura, una ventaja de la utilización de tacos de madera, húmeda o seca, es que permiten encajar firmemente las cuñas en las ranuras sin que sea necesario que se encuentren muy afiladas. Esto es posible porque la penetración de la cuña se produce a través de la madera y no de la piedra. En este sentido su uso sería similar al de las actuales pletinas metálicas utilizadas para calzar las cuñas.

En esta fase comprobamos como a veces en las rocas más duras, y a pesar de haberse tallado concienzudamente la línea de las ranuras, la fractura tiende a desviarse de su objetivo. Ello explicaría porque encontramos ocasionalmente actividades extractivas en las que las ranuras se encuentran unidas por una línea incisa que trataría de evitar esa desviación en aquellos bloques donde se apreciase la formación de fisuras laterales que se alejaban de la intención pretendida.

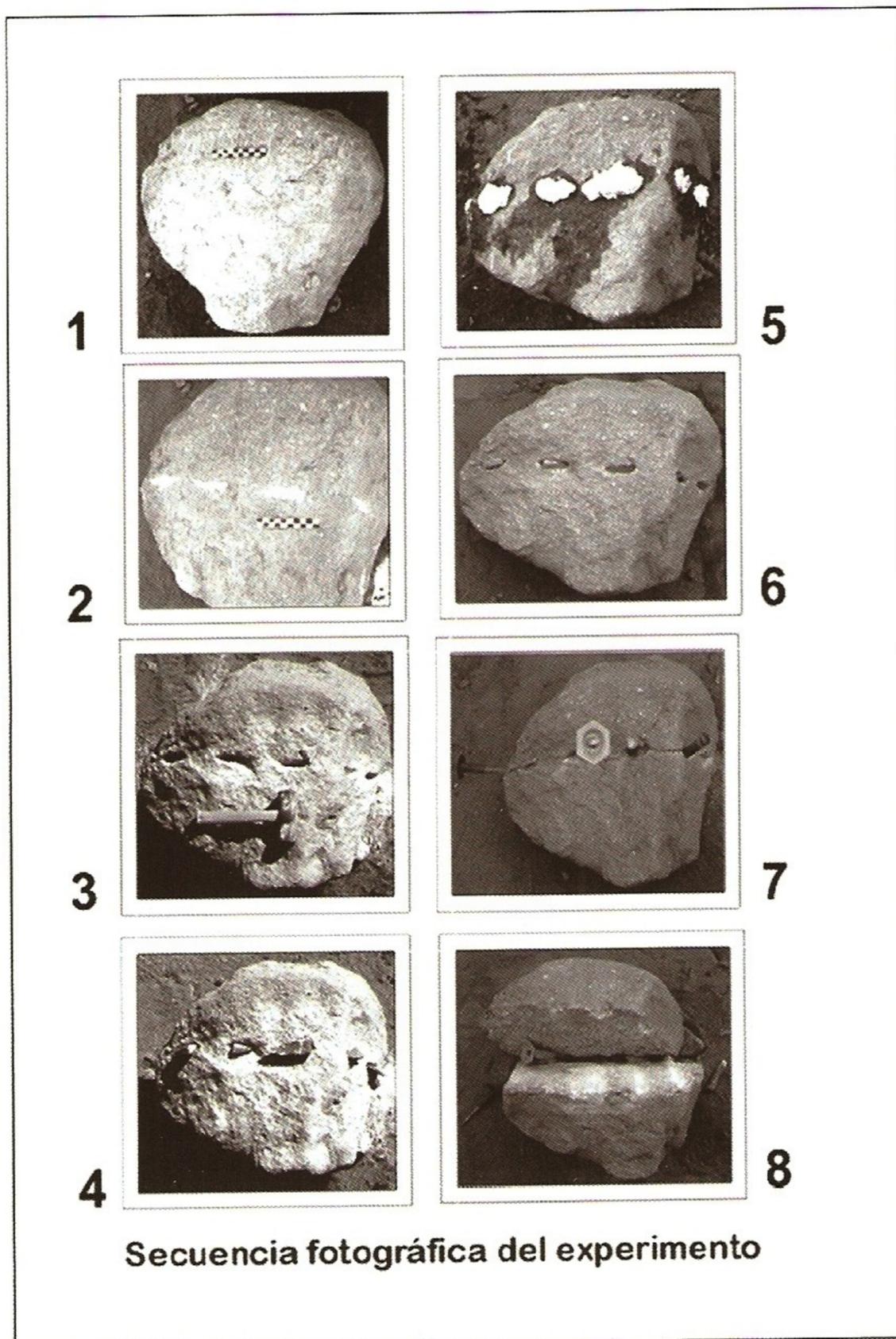


Foto 1: Etapas del experimento.

### Fase 6: Separación de las piezas.

Aunque la introducción de las cuñas de hierro se produce cuando ya ha sido abierta la fisura con las cuñas de madera, también ha de realizarse de manera progresiva abriendo la fractura de manera simultánea a lo largo de toda la pieza, ya que de lo contrario la gran tenacidad del material podría hacerla desviarse. Una vez abierta la fisura el contorno de tres lados de la pieza tan sólo resulta necesario golpear la cuña central de su lado largo para separarla definitivamente. Siempre controlando, eso sí, la posible aparición de fracturas laterales.

La observación de las líneas de ranuras apreciables en yacimiento indica una tendencia a cortar piezas de longitud considerable. Ello puede ser debido a que una vez separadas podían ser movidas con más facilidad y calzadas apropiadamente, lo que facilita enormemente el trabajo al concentrar mayor tensión en la línea de fractura con su propio peso y disminuir los riesgos de la formación de fracturas laterales.

El tiempo total empleado para la realización de esta fractura fue de tres horas y media, aunque evidentemente es variable en función de la habilidad y fuerza del operario, así como por la tenacidad de la piedra.

## CONCLUSIONES

El trabajo experimental con el granito existente en Ciudad de Vascos ha permitido constatar que es necesario utilizar cuñas de un material mucho más duro que la madera para poder lograr una separación definitiva de las piezas fracturadas con los requerimientos de las piezas utilizadas en las construcciones de la ciudad. Aunque sí parece que éstas fueron utilizadas para abrir la línea de fractura y calzar las cuñas metálicas en las incisiones trazadas sobre el granito.

Aunque para cortar la piedra no es imprescindible la utilización de cuñas de madera, su uso requeriría un menor esfuerzo, otorgaría un mayor control sobre la línea de fractura y desgastaría mucho menos las herramientas. La utilización de cuñas de madera parece avalada en yacimiento por las marcas apreciables en los vértices de las piezas acabadas. La mayoría de las ranuras que se pueden apreciar en los sillares y sillarejos tienen forma redondeada y poca profundidad (2-4 cm.) con bordes pulidos, resultando mucho más escasas las que penetran profundamente y que hay que asociar a la cuña central encargada de separar el bloque, en la que también se suele apreciar la forma redondeada de la ranura original o, en ocasiones, al uso exclusivo de cuñas de metal.

Las condiciones ambientales repercuten en el trabajo, siendo mucho más fácil fracturar y trabajar la piedra en un día húmedo y lluvioso que en el periodo estival. La utilización de agua facilita el trabajo, especialmente cuando se tallan a cincel las ranuras en la piedra reblandeciendo ligeramente la superficie del granito o se humedecen las cuñas de madera. De la misma manera un bloque recién cor-

tado o desenterrado resulta mucho más fácil de trabajar por conservar un mayor grado de humedad. Por este motivo es preferible realizar la talla de las piezas nada más extraídas.

Los restos conservados parecen indicar que se economizaron los esfuerzos cortando largos bloques de granito más manejables, que posteriormente serían subdivididos en piezas más pequeñas.

Los resultados de esta primera y modesta aproximación experimental al trabajo del granito en Vascos abren la posibilidad de estudiar con mayor detalle las siguientes fases de transformación del material hasta su puesta en obra. Un ejemplo sería el estudio de los distintos tipos de talla que se pueden identificar en las caras vistas de los sillares y sillarejos de las construcciones de Vascos o la existencia de un módulo preciso en los escalonamientos en los lugares de aprovisionamiento, así como la localización topográfica de todos ellos y su relación con los productos acabados. También se plantea la posibilidad de reconstruir las estrategias de corte seguidas en cada uno de estos lugares. La valoración del esfuerzo requerido para la fabricación de los materiales constructivos de los paramentos de los edificios y murallas de Vascos debería de tener en cuenta variables que necesitarían ser cuantificadas en laboratorio, como es la resistencia del material a las tensiones sobre él ejercidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adam, Jean Pierre (1996): *La construcción romana, materiales y técnicas*. León.
- Caballero, L. y Sánchez-Palencia, F. J. et alii. (1983): "Presas romanas y datos sobre el poblamiento romano y medieval en la provincia de Toledo". *N.A.H.*, nº. 14, p. 379-433.
- Cosín, Yolanda y Aparicio, Consantino. (1993): "Minería y metalurgia en Vascos (Navalmorelejo, Toledo). ¿Cambio tecnológico o continuidad material?", *IV C.A.M.E.*, Alicante, t. II., p. 891-898.
- I.T.G.E. (1989): *Mapa geológico de España*, nº. 654, El Puente del Arzobispo, E. 1: 50.000, Madrid.
- De Juan, Jorge (2005): "Materiales y tipos constructivos de las fortificaciones islámicas de Ciudad de Vascos (Navalmorelejo, Toledo)".
- Martínez, I. et al. (1986): *Caleros y canteros*. Diputación de Salamanca.
- Izquierdo, Ricardo. (1999): "Vascos, vida cotidiana de una ciudad de al-Andalus", Toledo.
- S.I.E.M.C.L. (1998): *Productores de piedra natural en Castilla y León*. Valladolid.