

Lapidum natura restat

Canteras antiguas de la península ibérica en su contexto
(cronología, técnicas y organización de la explotación)

Carrières antiques de la péninsule Ibérique dans leur contexte
(chronologie, techniques et organisation de l'exploitation)

Anna Gutiérrez Garcia-M. y Pierre Rouillard (editores)

Lapidum natura restat

Canteras antiguas de la península ibérica en su contexto
(cronología, técnicas y organización de la explotación)

Carrières antiques de la péninsule Ibérique dans leur contexte
(chronologie, techniques et organisation de l'exploitation)

Anna Gutiérrez Garcia-M. y Pierre Rouillard (editores)

D O C U M E N T A 31

COLLECTION DE LA CASA DE VELÁZQUEZ 170

INSTITUT CATALÀ D'ARQUEOLOGIA CLÀSSICA
CASA DE VELÁZQUEZ

Tarragona-Madrid, 2018

Canteras antiguas de la Península Ibérica (Congrés) (2016 : Madrid, Madrid), autor

Lapidum natura restat : canteras antiguas de la península ibérica en su contexto (cronología, técnicas y organización de la explotación) = carrières antiques de la péninsule Ibérique dans leur contexte (chronologie, techniques et organisation de l'exploitation). – Primera edició. – (Documenta ; 31) (Collection de la Casa de Velázquez ; 170)

Edició de les actes el col·loqui internacional «Canteras antiguas de la península ibérica / Carrières antiques de la péninsule Ibérique», celebrat a Casa de Velázquez (Madrid) els dies 8 i 9 de febrer del 2016. – Bibliografia. – Textos en castellà i francès

I. Gutiérrez García-Moreno, Anna, editor literari II. Rouillard, Pierre, editor literari III. Institut Català d'Arqueologia Clàssica IV. Casa de Velázquez V. Títol VI. Títol: Canteras antiguas de la península ibérica en su contexto VII. Títol: Carrières antiques de la Péninsule Ibérique dans leur contexte VIII. Col·lecció: Documenta (Institut Català d'Arqueologia Clàssica) ; 31 IX. Col·lecció: Collection de la Casa de Velázquez ; 170

1. Pedreres – Ibèrica, Península – Congressos 2. Ibèrica, Península – Arqueologia romana
904(46):553.5(37)(063)

Edició de les actes el col·loqui internacional “Canteras antiguas de la península ibérica / Carrières antiques de la péninsule Ibérique”, celebrat a Casa de Velázquez (Madrid) els dies 8 i 9 de febrer del 2016 i organitzat per aquesta mateixa institució amb el suport de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC), la Universitat d'Alacant, la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) i el LabEx Sciences Archéologiques de Bordeaux (LaScArBx - programa finançat per l'ANR n°ANR-10-LABX-52).

Aquesta publicació s'emmarca dins dels projectes “*Lapides et marmora Hispaniae*: exploitation, usages et distribution des ressources lithiques de l'Espagne romaine” i “Graver dans le marbre: Routes et Origines des Marbres Antiques d'Aquitaine et d'Espagne (ROMAE)” del LaScArBx.

La Casa de Velázquez ha gestionat l'avaluació d'experts d'aquesta obra mitjançant un sistema de doble cec.

© d'aquesta edició

Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)
Plaça d'en Rovellat, s/n, 43003 Tarragona
Telèfon 977 24 91 33 – Fax 977 22 44 01
info@icac.cat – www.icac.cat

Casa de Velázquez
C/ Paul Guinard, 3, 28040 Madrid
Telèfon 914 551 580 – Fax 915 497 250
www.casadevelazquez.org

Durant els nou primers mesos de publicació, qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer tenint l'autorització dels seus titulars, amb les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si heu de fotocopiar o escanejar fragments d'aquesta obra.

A partir del desè mes de publicació, aquest llibre està subjecte –llevat que s'indiqui el contrari en el text, en les fotografies o en altres il·lustracions– a una llicència Reconeixement-No comercial-Sense obra derivada 3.0 de Creative Commons (el text complet de la qual es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>). Així doncs, s'autoritza el públic en general a reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i les entitats que la publiquen i no se'n faci un ús comercial, ni lucratiu, ni cap obra derivada.

© del text, els autors; del material gràfic, els autors.

Primera edició: novembre del 2018

Coordinació editorial: Publicacions de l'ICAC

Correcció: Samuel Robineau (francès) i Ramon Vidal Muntaner (castellà)

Imatge de la coberta: Pedrera del Mèdol (Tarragona). Foto: Anna Gutiérrez García-M.

Disseny de la col·lecció i de la coberta: Mireia Prats

Maquetació i impressió: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

Dipòsit Legal: T. 1081-2018

ISBN: 978-84-946298-6-0 (ICAC) i 978-84-9096-170-4 (Casa de Velázquez)

SUMARIO / SOMMAIRE

Présentation (Anna Gutiérrez García-M., Pierre Rouillard)	7
Carrières antiques méditerranéennes : élaboration d'une recherche. <i>Jean-Claude Bessac</i>	9
I. Zonas de explotación y territorios: estrategias de análisis, métodos y técnicas de estudio global / Espaces d'exploitation et territoires: stratégies d'analyse et méthodes pour une étude globale	23
Elche (Alicante) : des pierres et des chemins. Une démarche multi- scalaire pour comprendre l'organisation et la structure des carrières de El Ferriol. <i>Laurent Costa, Jesús Moratalla et Pierre Rouillard</i>	25
La actividad extractiva en las canteras del entorno de Carthago Nova. <i>Juan Antonio Antolinos Marín, José Miguel Noguera Celdrán y Begoña Soler Huertas</i>	37
Les carrières antiques de marbres à Thasos. Des vestiges à la notion d'écosystème. <i>Manuela Wurch-Kozelj</i>	49
II. Ejemplos de estudios de Tarragona a la Cuenca de París: estrategias de análisis, métodos y técnicas / Exemples d'études de Tarragone au Bassin Parisien : stratégies d'analyse, méthodes et techniques d'extraction	65
La cantera de El Mèdol. Técnicas, organización y propuesta de evolución de la extracción del material lapídeo. <i>Anna Gutiérrez García-M. y Jordi López Vilar</i>	67
Canteras antiguas en la cuenca de Caravaca (Caravaca de La Cruz – Región de Murcia – España). <i>Francisco Brotóns Yagüe y Sebastián F. Ramallo Asensio</i>	81
Análisis formal de las evidencias de explotación antigua en la Loma de los Castillejos de Almadén de la Plata (Sevilla). <i>Ruth Taylor</i>	95
L'étude des carrières : une approche nécessairement pluridisciplinaire. L'exemple des carrières de La Couronne (Martigues, Bouches-d-Rhône) . <i>Cécilia Pedini</i>	109
L'étude des traces d'outils et modes d'extraction des carrières de Nucourt (Val d'Oise, Île-de-France, France). La clef de lecture des dynamiques d'une construction médiévale (x-xi ^e siècle). <i>Céline Blondeau</i>	121
III. Organización del aprovisionamiento y usos de la piedra / Organisation de l'approvisionnement et usages de la pierre.	135
De la cantera al taller escultórico ibérico. Un camino difícil de recorrer. <i>Teresa Chapa, María Belén y Jorge García Cardiel</i>	137
Las canteras de <i>Augusta Emerita</i> . Identificación de los materiales y primeros datos sobre la relación con los edificios de espectáculo: el teatro romano. <i>Antonio Pizzo, María Isabel Mota, Rafael Fort y Mónica Álvarez de Buergo</i>	149

La formación Folgueroles (Bartoniense) como recurso lítico en época ibérica y romana. Caracterización petrológica, canteras, uso y difusión territorial en el NE de la península ibérica. <i>Carles Roqué Pau y Xavier Roca Gutiérrez</i>	161
Le <i>castellum</i> de Can Blai (Formentera, Baleares). La pierre de taille et les carrières de marès. <i>Ricardo González Villaescusa, Jordi H. Fernández, Gilles Fronteau et Patricia Vázquez</i>	173
Las canteras de calizas y conglomerado de Espejón (Soria). Evidencias arqueológicas y la documentación escrita. <i>Virginia García-Entero, Anna Gutiérrez García-M. y Eva Zarco Martínez</i>	185

PRÉSENTATION

Anna Gutiérrez García-M.
Chaire Junior/Ingénieur de Recherche LaScArBx

Pierre Rouillard
Directeur de recherche au CNRS, émérite

Le projet d'une rencontre sur les carrières antiques de la péninsule Ibérique, objet ensuite d'une publication, s'est imposé à nous comme une nécessité tant nous avons conscience que la question des carrières antiques devenait de plus en plus présente dans les recherches, sans forte tradition notamment en Espagne, et que la plupart des équipes confrontées à ces dossiers avaient toutes dû, peu ou prou, élaborer en tâtonnant leur problématique. Aussi, le principe d'une confrontation a reçu un très rapide écho, tant parmi nos collègues qu'auprès des institutions qui ont apporté leur soutien à l'organisation de la rencontre *Canteras antiguas de la península ibérica / Carrières antiques de la péninsule Ibérique*, des 8 et 9 février 2016 à la Casa de Velázquez et à la publication des comptes-rendus, notamment la Casa de Velázquez, l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica, le Labex Sciences Archéologiques de Bordeaux, l'Universitat d'Alacant et l'Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Les questions de méthode ont alors été privilégiées : comment aborder l'étude d'une carrière ou d'un ensemble de carrières ? Les approches sont différentes selon si l'on étudie une carrière isolée ou un ensemble, ou si la recherche a pour point de départ des constructions ou des sculptures réalisées dans une variété de pierre dont on essaie alors de suivre les modalités de mise en œuvre. L'échelle de l'étude varie et les enjeux de circulation du matériau sont importants. Dès lors se posent des questions sur les modes d'évacuation et notre rencontre a permis d'étudier des cas d'évacuation par un maillage plus ou moins dense de chemins, par des rivières ou par cabotage. L'élaboration d'un SIG peut, ou doit, être l'outil adapté pour envisager ces questions d'espaces et de territoire étroitement liées aux conditions d'exploitation et aux usages. Une approche globale envisageant production et usages a déjà été mise en œuvre pour les chantiers de l'époque romaine, mais notre rencontre montre que cette problématique peut être posée pour l'époque ibérique ou pour les temps médiévaux. Et Jean-Claude Bessac nous a appris que les modalités d'exploitation tiennent pour une bonne part aux objectifs. Nous montrons ici combien sont différents les processus d'exploitation pour la construction des murailles de Marseille ou pour le façonnage des sculptures de Porcuna. L'objectif et la qualité du matériau, plus ou moins tendre, plus ou moins facile et rapide à exploiter, sont deux données intimement liées.

Cette rencontre est nourrie de travaux sur les usages de différents matériaux. La pierre dure, le marbre, a été l'objet de nombreux travaux et l'ouvrage collectif *Marmor Hispana* en est un très beau témoignage. Une pierre dure utilisée pour l'architecture, la sculpture, la décoration, et dont nous avons ici des exemples.

Mais en péninsule Ibérique, avant Rome, on ne travaillait que la pierre tendre, celle que l'on voit dans les sculptures de Porcuna, ou celle du Cerro de los Santos ; tel est aussi le cas, bien sûr, de la Dame d'Elche. Sans doute est-ce pour cette raison que les sources latines, les plus anciennes, font peu référence aux carrières ; l'on peut citer, une fois de plus Plinius (*Naturalis Historia*, III, 30) : « Les mines de plomb, de fer, de cuivre, d'argent et d'or abondent dans presque toute l'Espagne. La cité produit aussi des pierres spéculaires, la Bétique du vermillon et il y a également des carrières de marbre (*sunt et marmorum lapicidinae*) ».

De nombreux exemples de carrières largement exploitées au moment de l'extraordinaire programmation édilitaire de l'Empire Romain sont présentés ici et il est possible de comprendre l'usage précis de telle pierre pour une ville ou tel ou tel monument : Marseille, Nîmes, Tarragone ou Mérida offrent alors de bons exemples de grandes cités ; le même phénomène est aussi observé pour des sites plus modestes comme le Castell de Sant Blai (Formentera).

L'approche interdisciplinaire est une constante, avec, au-delà des enquêtes de terrain, le recours aux sources écrites (depuis l'époque médiévale), aux données orales, à l'ethnoarchéologie ou à l'archéologie expérimentale. Les tentatives de datation des phases d'exploitation des carrières de l'époque antique à l'époque moderne sont à ce prix. Les études archéométriques, avec au départ bien sûr la géologie, sont essentielles pour reconnaître les filons exploités et leurs usages, qui une fois datés, fournissent des repères chronologiques pour l'histoire des carrières elles-mêmes.

Les questions de méthode sont bien au cœur de cette rencontre et la structuration du volume en rend compte. Ainsi sont abordées dans un premier temps les méthodes d'analyse de territoires possédant des exploitations de pierres ; avec en corollaire les problèmes de circulation des matériaux. Ensuite, quelques cas de carrières sont envisagés pour mieux cerner tout à la fois les techniques d'exploitation mises en œuvre de la Péninsule antique à la France médiévale et les méthodes d'approche. Un troisième

ensemble envisage l'organisation de l'approvisionnement et les usages, et là encore sur la longue durée, du temps de la splendeur des sculptures de Porcuna à l'époque impériale.

Un des intérêts de cette rencontre est de montrer la nécessaire complémentarité nécessaire des échelles d'analyse : du geste du carrier au territoire, de l'analyse d'une carrière à celle d'un espace qui compte de

multiples nombreux chantiers, de la carrière elle-même ou d'une région avec multiples une multitude de chantiers à son environnement humain qui, il est vrai, est rarement connu, mais qui, dès lors qu'il l'est, constitue une source d'information de premier ordre à l'heure d'écrire l'histoire des carrières.

Bordeaux-Nanterre, juin 2017

CARRIÈRES ANTIQUES MÉDITERRANÉENNES. ÉLABORATION D'UNE RECHERCHE : LE CAS DE NÎMES

Jean-Claude Bessac
Ingénieur de recherche honoraire CNRS, UMR 5140, Lattes

Résumé

Commencées vers la fin du XIX^e s., les recherches archéologiques sur les carrières concernent d'abord les exploitations impériales de marbre. Vers 1975, le thème prend un nouvel essor avec l'intervention des disciplines connexes. Plusieurs prospections des affleurements et fouilles de carrières sont alors entreprises dans la région de Nîmes. À partir de 1978, une étude est engagée sur les carrières de calcaire fin du Bois des Lens, et elle durera plus de deux décennies. Elle permet d'élaborer et d'actualiser les problématiques, et de tester sur le terrain les méthodologies spécifiques à chaque type d'exploitation. Les fouilles sont centrées sur les habitats de carriers pour dater précisément les fronts et les sols de carrière. Une typologie chronologique des techniques d'extraction est ainsi mise au point, puis testée en Gaule du sud, notamment en bordure méditerranéenne, et mise à disposition des archéologues. Après 2000, un recul général des fouilles programmées en carrière s'amorce au profit des opérations de sauvetage dont l'engagement est nécessaire mais les résultats aléatoires. La connaissance des techniques a progressé mais celle des carriers antiques n'a été qu'effleurée. Le thème des carrières étant loin d'être épuisé, la relance des programmes d'études archéologiques de terrain est actuellement indispensable.

Mots clés : carrière antique, historiographie, méthodologie, prospection, typologie chronologique.

Resumen

La investigación arqueológica sobre las canteras, iniciada a finales del siglo XIX, se centró en un principio en las explotaciones imperiales de mármol. Hacia 1975 esta línea de investigación vuelve a tomar importancia con la intervención de varias disciplinas. Es en este momento que, en la zona de Nîmes, tienen lugar varias prospecciones de los afloramientos y excavaciones arqueológicas en las canteras. En 1978 empieza un estudio sobre las canteras de rocas calizas del Bois des Lens que se prolongará durante más de dos décadas y permitirá la reactualización de las problemáticas y poner a prueba metodologías específicas adaptadas a cada tipo de explotación. Las excavaciones se centraron en los hábitats de los canteros para obtener una cronología precisa de los frentes y superficies de cantera. Ello permitió obtener una tipología secuencial de las técnicas de extracción, confirmada en otros lugares del sur de la Galia, especialmente en su costa mediterránea, y puesta a disposición de la comunidad científica. A partir del año 2000 nos enfrentamos a una significativa reducción del número de excavaciones programadas en canteras en beneficio de las operaciones de urgencia, necesarias pero cuyos resultados resultan inconexos. Así, si bien el conocimiento de las técnicas ha avanzado significativamente, poco sabemos aún de los canteros. El estudio de las canteras sigue lejos de haber concluido y la reactivación de programas de investigación arqueológicos sobre el terreno es, a día de hoy, indispensable.

Palabras clave: cantera antigua, historiografía, metodología, prospección, tipología cronológica.

Genèse et évolution générale des recherches sur les carrières

Les recherches sur les anciennes carrières sont assez rares et les archéologues qui souhaitent s'engager sur cette voie sont parfois désorientés. Leur présenter une historiographie générale sur ce thème et son propre cheminement peut faciliter leurs choix stratégiques et méthodologiques. Cela permet aussi d'évoquer des perspectives d'étude assez méconnues des carrières.

Des historiens et des épigraphistes à l'origine des recherches

L'intérêt pour les carrières antiques de pierre semble débiter vers la fin du XIX^e s. Des historiens et des épigraphistes ont été les pionniers de cette recherche, tels Luigi Bruzza et Charles Dubois¹. Les travaux réalisés à cette époque sont essentiellement historiques et concernent les grandes carrières impériales de roches ornementales. Dans le contexte industriel de la fin du XIX^e s., les carrières antiques ont parfois été traitées comme une sous-catégorie de mines². Ce n'est parfois que tardivement qu'a été prise en compte la différence entre le mineur qui brise du minerai sans se soucier de sa destination finale et le carrier antique qui produit un bloc dont les caractéristiques techniques, dimensionnelles et esthétiques sont choisies et/ou déterminées en fonction de son utilisation.

Un nouvel élan de recherche davantage technico-économique

Il faut attendre le dernier tiers du XX^e s. pour que le thème des carrières prenne un nouvel essor sous la poussée des disciplines connexes à l'archéologie. Mais, au début de cette période, la recherche reste toujours dominée par les épigraphistes et les historiens, peu formés à l'approche pratique des chantiers. L'intervention des archéologues de terrain reste alors relativement marginale. Néanmoins, quelques chercheurs assurent un certain renouveau des études en abordant les aspects techniques et économiques des carrières antiques³. À partir de 1975, les disciplines intéressées par ce domaine s'élargissent et les recherches sur les techniques s'intensifient. Conservateurs du patrimoine, architectes, ingénieurs et géologues s'investissent dans ce

domaine. Déjà, dès les années cinquante, un précurseur, Josef Röder, s'intéresse aux problèmes techniques et fouille des carrières pour étudier les stratégies d'exploitation, recueillir des outils et observer leurs traces sur la roche. Il débute dans les carrières romaines de tuf volcanique en Rhénanie⁴, puis s'investit dans l'étude des exploitations des pierres ornementales en Turquie, Égypte et Tunisie. Son approche des carrières constitue alors une innovation majeure. Mais ces nouvelles perspectives ne seront développées que quelques décennies plus tard, en particulier en France⁵. Nos propres recherches se sont inscrites dans cette tradition avant d'élaborer d'autres problématiques et de tester diverses stratégies et méthodes de recherches plus adaptées à chaque site.

Au Proche-Orient et en Méditerranée orientale, mis à part de rares recherches superficielles et quelques notes épigraphiques, l'étude des anciennes carrières est délaissée. Seules les carrières de marbre attirent parfois l'attention des archéologues, sans toutefois les motiver pour y engager de véritables fouilles. Pourtant, comment comprendre la conception des monuments ainsi que les techniques et l'économie de leurs chantiers de construction, sans étudier les sites d'extraction ?

Les prospections et les fouilles en carrière

À la fin des années 1970, la recherche occidentale adopte aussi les prospections systématiques des affleurements rocheux et l'idée de fouilles en carrière émerge peu à peu. En Afrique du Nord et en Asie Mineure, les roches ornementales semblent être les seuls objets de ces nouvelles approches, comme à Chemtou en Tunisie et en Phrygie. Mais il s'agit souvent plus de dégagements surveillés par des archéologues que de véritables fouilles stratigraphiques. En Méditerranée occidentale, les chercheurs commencent à s'intéresser à l'exploitation des roches ordinaires. Néanmoins, ces études demeurent souvent superficielles.

Les fouilles stratigraphiques n'interviennent que très progressivement dans les anciennes exploitations. En France, à partir des années 1980, les autorités archéologiques amorcent un soutien aux investigations dans les carrières en les intégrant dans la programmation nationale⁶. Au début, les opérations de terrain sont surtout liées à des découvertes fortuites et à des sauvetages, comme à Saint-Boil, près d'Autun⁷. Ailleurs, par exemple au Cap Couronne, près

1. BRUZZA, 1870 ; DUBOIS, 1908.

2. LÉGER, 1875, p. 704-706.

3. Voir notamment DODGE, WARD-PERKINS, 1992 ; DWORAKOWSKA, 1975.

4. RÖDER, 1957.

5. BESSAC, SABLAYROLLES, 2002.

6. Programme H28, Les carrières, voir Collectif 1981, p. 73.

7. MONTHÉL, PINETTE, 1977.

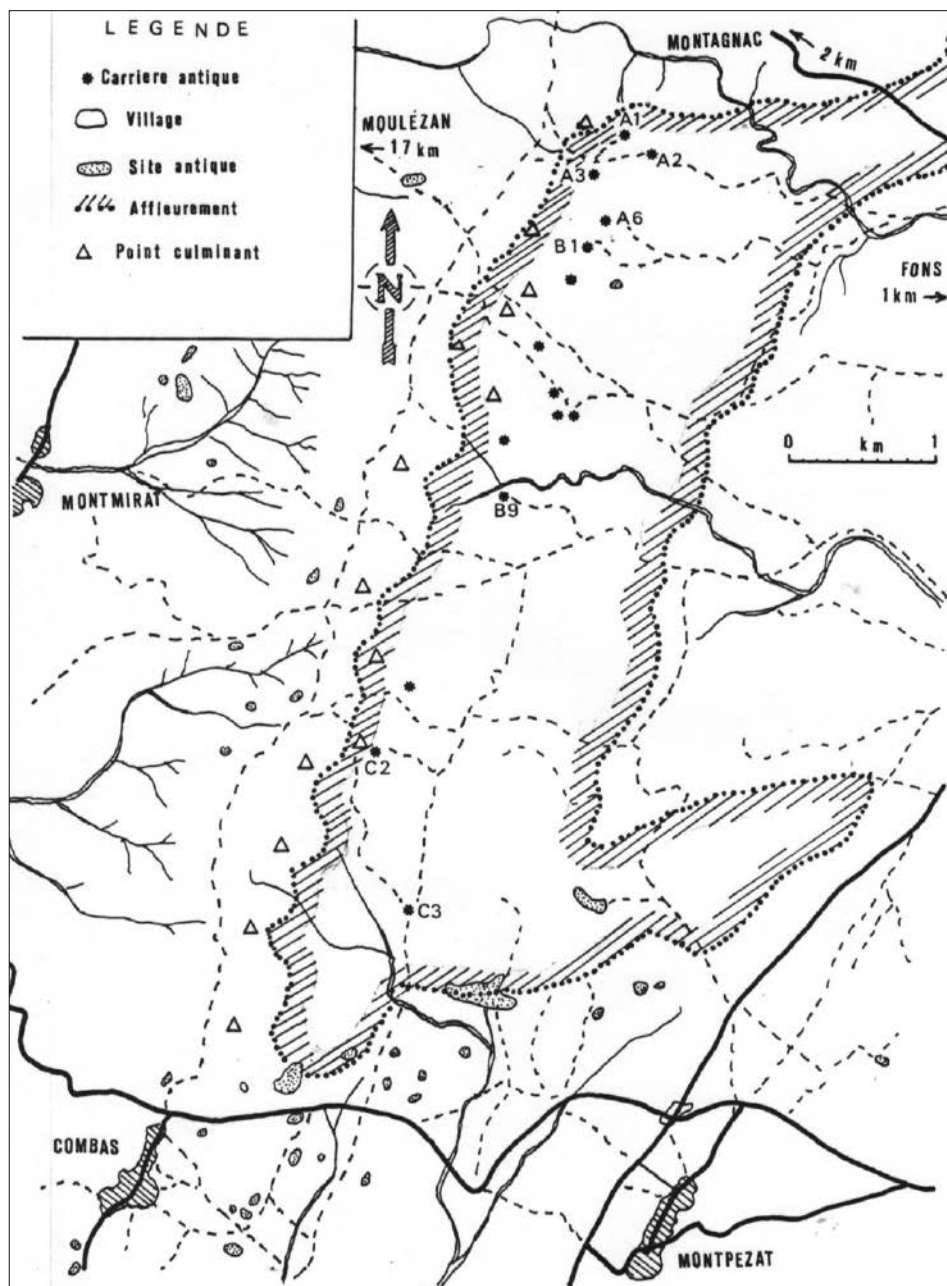


Figure 1. Carte du Bois des Lens (Gard) : A1 Mathieu. A2. La Figuière. A6. Héral-Nègre, B9. Le Roquet. C2. Les Pielles. C3. Peyrière de Martin (© J.-C. Bessac).

de Marseille, les recherches sur les fortifications hellénistiques de cette ville incitent les archéologues à s'intéresser aux traces des anciennes carrières côtières⁸. À partir de 1978, dans la région de Nîmes, notre équipe s'engage dans l'étude à long terme d'un vaste massif calcaire, le Bois des Lens (fig. 1). Ce programme se poursuivra pendant plus de vingt ans en prenant progressivement en compte les interrelations carrières/monuments.

Entre 1980 et 2000 sont menées des recherches pleinement consacrées aux carrières antiques de la

Gaule⁹. En dépit de leur austérité relative, les fouilles en carrière commencent à produire des informations très innovantes qui concernent des domaines aussi variés que la technique, l'économie, le social, voire le culturel¹⁰. Cette période correspond aussi à un net élargissement de la pluridisciplinarité en archéologie. Les recherches sur la pierre s'ouvrent aux archéologues autres que les seuls spécialistes des mines et carrières, mais les changements majeurs tiennent surtout à l'intervention de chercheurs issus des sciences dites « dures ». Jusqu'alors, rares étaient les chimistes,

8. GUÉRY, TROUSSET, HALLIER, 1985.

9. BESSAC, SABLAYROLLES, 2002.

10. RÖDER, 1957, p. 213-271 ; BESSAC, 1996 ; BESSAC, SABLAYROLLES, 2002.

physiciens, géographes et surtout géologues associés à ces recherches. Il fallait donc combler cette lacune. Vers la fin du ^{xx}^e s., ces nouvelles orientations scientifiques prennent le dessus, peut-être pour compenser l'amorce d'un recul des fouilles programmées en carrière. Les analyses fines de matériaux et les vastes prospections augmentent alors sensiblement et visent surtout l'identification des affleurements de roches supposées avoir alimenté les grands chantiers de construction.

Le recul des fouilles programmées au profit des opérations de sauvetage

Aujourd'hui, dans le Bassin méditerranéen, une seule grande fouille archéologique programmée est en cours dans la carrière des mégalithes de Baalbek au Liban¹¹. Ailleurs, notamment en France méditerranéenne, ces sites ne sont plus étudiés que dans le cadre de fouilles préventives ou de sauvetages urgents plutôt qu'en engageant des opérations pluriannuelles programmées. Ces brèves interventions dans les carrières précèdent de peu leur destruction et la publication des résultats obtenus reste souvent aléatoire, faute de financement spécifique.

Dans les colloques, le thème des anciennes carrières est abordé essentiellement sous l'angle géologique pour déterminer l'origine des matériaux de construction¹². Pour les carrières du monde grec byzantin, citons notamment les travaux réalisés par l'équipe de Jean-Pierre Sodini et, pour les exploitations médiévales d'Ile de France, par Jean-Pierre Gély et Sylvie Robin et leurs collaborateurs. Après une phase montante d'environ deux décennies, vers la fin du ^{xx}^e s., l'idée de programmer des fouilles de carrières commence à être écartée en France. À présent, l'abandon de ce programme est total et les carrières ne figurent plus dans la programmation 2016¹³.

Les débuts d'une recherche dans les carrières de la cité nîmoise

L'histoire de nos propres investigations, de leurs apports mais aussi leurs aléas permet d'aborder les choix stratégiques de recherche dans les carrières et

de proposer quelques clefs méthodologiques déjà testées. L'élaboration d'une problématique archéologique bien définie fixe les objectifs et la stratégie d'étude de la recherche. Entre une recherche générale sur l'approvisionnement en pierre d'une ville ou d'un site et une étude globale de la production d'un affleurement d'une roche de qualité, les changements d'échelle et de méthode sont importants. Il existe de nombreux cas de figure et l'étendue du sujet ne permet ici d'en aborder que quelques aspects notés au fil de notre propre cheminement archéologique tant en Gaule méditerranéenne qu'ailleurs.

L'approvisionnement de l'oppidum d'Ambrussum (Hérault)

Cette recherche initiale constituait une première tentative pour tester des méthodes et évaluer leurs résultats sur un territoire réduit mais bien pourvu en différentes pierres calcaires. Elle concernait l'étude des pierres de construction et de décoration de l'oppidum d'Ambrussum¹⁴ installé au bord d'un petit fleuve, le Vidourle, sur un point de passage de la Voie Domitienne à 18 km au nord de la côte. L'objectif principal consistait à déterminer les provenances des pierres découvertes sur ce site. Conduite en 1978, cette recherche n'a fonctionné qu'avec des moyens très réduits et seulement deux intervenants¹⁵. La prospection des nombreux affleurements des environs a été facilitée par l'activité initiale de l'un d'entre nous dans la restauration des monuments. Ainsi, la recherche a pu être circonscrite d'emblée aux roches techniquement les plus ressemblantes sans recourir aux analyses pétrographiques qui s'imposeraient aujourd'hui.

Dans un premier temps, ces prospections ont été menées dans un rayon d'environ 30 kilomètres autour du site. Une idée reçue s'imposait alors concernant une forte prédominance des transports de pierre partout en Gaule par voie fluviale et maritime. La prospection des quatre principaux affleurements traversés par la Voie Domitienne a démontré que, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres, cet axe terrestre avait été déterminant dans le choix des ressources en pierre de taille. Seule la position géographique excentrée du calcaire fin du Bois des Lens déroge un peu à cette règle

11. Fouilles du *Deutsches Archäologisches Institut* dirigées sur le terrain par Jeanine Abdul Massih.

12. Voir par ex. les onze colloques publiés entre 1988 et 2015 par l'*Association for the Study of Marble & Other Stones In Antiquity* (ASMOSIA) et les quatre colloques de Carrières et constructions, édités entre 1991 et 2005 par le Comité des Travaux Historiques et Scientifiques.

13. PROGRAMMATION, 2016.

14. BESSAC, FICHES, 1979.

15. Jean-Luc Fiches, dont je tiens à saluer la mémoire, et moi-même.

en empruntant des voies secondaires¹⁶. Le fleuve côtier n'a joué qu'un rôle très mineur¹⁷, les seules pierres transportées par la voie maritime, fluviale puis terrestre étant des marbres.

Mis à part le calcaire du substrat, les roches les plus fréquentes sont les calcaires coquilliers du Miocène des affleurements proches dont l'exploitation s'est poursuivie jusqu'à nos jours en s'intensifiant à partir de la fin du XIX^e s. Aucune fouille de ces carrières n'était alors envisageable et il n'existait pas encore de typologie chronologique des techniques d'extraction pour dater les fronts. Actuellement, les identifications macroscopiques des roches seraient renforcées par des analyses en lames minces d'échantillons prélevés, tant sur les éléments lapidaires que sur des fronts de carrière, en particulier pour affiner l'identification des divers sous-faciès du calcaire miocène local. Mais de nombreuses exploitations anciennes ont disparu ou ne sont plus accessibles de nos jours. En outre, dans les calcaires coquilliers, les sous-faciès sont nombreux et chacun d'eux affleure en des endroits parfois profonds ou très éloignés, selon l'importance de l'érosion de la roche.

L'étude d'éléments lapidaires de Nîmes et de son rempart augustéen

Cette seconde phase de recherches, principalement consacrée aux matériaux et à la construction de l'enceinte de Nîmes¹⁸, ainsi qu'à diverses œuvres lapidaires locales, a pris la suite d'un inventaire préliminaire des carrières antiques de la ville¹⁹. Dès la fin du XIX^e s., l'identification des plus grandes carrières romaines de la cité avait été réalisée par un géologue²⁰ et un ingénieur des mines²¹. Nos investigations dans les carrières nîmoises ont consisté d'abord à vérifier si les vestiges antiques décrits par nos prédécesseurs subsistaient. Mais ces exploitations avaient poursuivi leurs activités en absorbant les fronts antiques visibles un siècle plus tôt. L'identification et l'analyse archéologique des techniques d'extraction antiques s'étaient avérées plus difficiles d'autant qu'aucune fouille n'était envisageable à proximité de la ville. Seule la carrière de calcaire dur de Barutel, située à 10 km de Nîmes, avait été vidée d'une grande partie de son comblement, hors de tout contrôle archéolo-

gique. Des fronts de carrière antiques d'une fraîcheur surprenante avaient été ainsi mis au jour²² mais tous les témoins archéologiques qui auraient permis de les dater plus précisément avaient disparu. On ne disposait donc que de quelques traces techniques vraisemblablement attribuables à l'époque romaine mais on ignorait si elles étaient différentes de celles produites dans d'autres types de roches et/ou durant d'autres périodes d'activité.

Des enquêtes ethnoarchéologiques menées en parallèle auprès des anciens professionnels de la pierre nous autorisaient à proposer quelques données approximatives sur les temps, les volumes et les moyens de production, tant dans les carrières que sur le chantier de construction²³. Cela a permis d'échafauder des hypothèses sur le fonctionnement économique du chantier de l'enceinte augustéenne. Les résultats de cette étude ont donc été centrés surtout sur les relations technico-économiques entre cette enceinte et ses diverses sources d'approvisionnement. Par ailleurs, les données techniques sur ces roches étaient suffisantes pour amorcer une réflexion sur les interactions entre les divers types d'affleurement et les impératifs architecturaux mais aussi techniques et fonctionnels, des différentes parties de l'ouvrage. Cet aspect de la problématique des carrières s'est avéré capital par la suite dans notre programme de recherche sur les pierres de taille²⁴. Il était impératif d'envisager des études concomitantes des monuments et de leurs carrières. Mais seules les pierres de taille sont concernées : la plupart des roches ornementales échappent à cette règle du fait de l'absence de liens directs entre leurs carrières et les monuments.

Prospections, expertises et fouilles : l'élaboration d'une problématique

Même si de nouveaux objectifs commençaient à apparaître au cours de nos précédentes investigations, l'orientation prédominante de ces recherches restait encore largement unilatérale. Son principe consistait à rayonner à partir des points d'utilisation de la pierre vers les lieux supposés de production. Ces études concernaient surtout des exploitations de diverses variétés de pierres assez communes dont

16. BESSAC, 1996, p. 70, fig. 32.

17. Plus tard, ce constat a pu être élargi, BESSAC, 2003*b*, p. 379.

18. BESSAC, 1987.

19. BESSAC, 1981.

20. DUMAS, 1877, p. 376-388.

21. PICARD, 1903, p. 296-306.

22. DROUOT, 1977.

23. BESSAC, 1996, p. 309.

24. BESSAC, 1999.

l'activité était directement liée à celle des centres de consommation peu éloignés. Mais l'identification progressive d'un calcaire de qualité nettement supérieure aux autres, la pierre des Lens, laissait entrevoir un important réajustement de nos problématiques archéologiques. Cette tendance s'est accentuée suite à des expertises de vestiges lapidaires et de monuments en France méditerranéenne. Il s'avérait que la diffusion de l'affleurement du Bois des Lens s'étendait entre Nice et Narbonne²⁵ et ne concernait que des composantes architecturales antiques très élaborées et des sculptures. Il en était de même pour les œuvres médiévales taillées dans cette roche mais il s'agissait là de remplois²⁶.

Prospections et inventaires des carrières et de leurs productions

Entre 1973 et 1979, dans le sud-est des Bois des Lens, une vaste prospection archéologique et de nombreux sondages sont réalisés²⁷. Outre des vestiges artisanaux et d'habitats antiques, les résultats révèlent un potentiel important d'anciennes exploitations de ce calcaire oolithique ferme et fin. Renforcés par nos expertises sur les monuments de la région, ces résultats justifient le début d'une prospection sur ces carrières et les premières fouilles programmées entre 1979 et 1986²⁸. La prospection a donné lieu à une publication méthodologique²⁹ dont seules les grandes lignes sont rappelées ci-dessous. Elles seront complétées par des informations sur des prospections de moindre ampleur, réalisées surtout aux abords du Pont du Gard³⁰ mais aussi au cours de différentes missions dans d'autres pays méditerranéens³¹.

En amont de la prospection, il est nécessaire de collecter un maximum de documentation écrite et orale. À l'instar d'autres sites de Méditerranée occidentale, les affleurements de calcaire favorisent une végétation très dense et difficilement pénétrable. Il faut donc cibler à l'avance les zones les plus favorables au développement d'exploitations traditionnelles pour y affiner les prospections. Outre la bibliographie spécialisée, d'autres documents doivent être consultés. Notamment :

- les archives et les statistiques industrielles et administratives ainsi que les études et devis préalables aux grands travaux ;

- la documentation technique traditionnelle et actuelle, souvent très fournie pour les affleurements encore en activité, comme celui du Bois des Lens³² ;

- les cartes géologiques, lithologiques, topographiques et cadastrales ; outre les anciens chemins, ces dernières permettent de repérer les anomalies parcellaires qui révèlent parfois des limites d'anciennes carrières ;

- les vues aériennes actuelles et anciennes ainsi que les photographies satellites très utiles en zone aride ; ailleurs, la densité de la végétation réduit leur intérêt, mis à part les clichés administratifs pris après des incendies ou des coupes de bois.

À ce stade préliminaire de la prospection, les habitués du bois sont contactés, notamment les derniers carriers ayant travaillé dans le massif. Dans les milieux arides, les informations des bergers sont particulièrement utiles. Outre les anomalies rocheuses, les débris lapidaires et les scories de forge observés par les familiers du terrain, ceux-ci connaissant souvent les toponymes traditionnels évocateurs d'un contexte de carrière³³.

Les archéologues en prospection sur un affleurement boisé sont confrontés à des difficultés comparables à celles des carriers originels à la recherche d'un lieu favorable à l'ouverture d'une carrière. Un professionnel expérimenté de la pierre évite de s'enfoncer au plus épais de la forêt ou dans les creux de vallons où s'accumulent les dépôts alluvionnaires au-dessus de la roche. Pour gagner du temps, il recherche d'abord les lieux où l'érosion est intense et dénude la roche, quitte, dans un premier temps, à être peu exigeant sur sa qualité. Il s'agit des points culminants, des confluent de ruisseau et des lignes de rupture de pente. Les carrières les plus anciennes du Bois des Lens ont été découvertes dans ce type de sites topographiques³⁴.

Dans les massifs rocheux beaucoup plus abrupts, les secteurs les plus faciles à exploiter sont la base des falaises où se trouvent fréquemment de grands blocs naturellement détachés. Plusieurs exploitations du

25. BESSAC, 1996, p. 34-79.

26. Id., 1996, p. 57-58.

27. BESSAC, BONNAUD, PY, 1979.

28. BESSAC, 1986a ; Id., 1993.

29. Id., 1986b.

30. BESSAC, 1992, p. 407-409.

31. Bosnie, Chypre, Espagne, Grèce, Italie, Jordanie, Lybie, Syrie, Turquie.

32. Voir : MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, 1890, p. 102-103 ; CALVI, 1969 ; NOËL, 1970, p. 120-121 ; MAUSOLÉE 1976, p. 51 ; ANONYME, 1998, p. 80.

33. Par ex. Pielles (réceptif en pierre), Roquet (petit rocher ou pierre tendre), Roquamaillet (association de roc et maillet), Visseau (point d'observation constitué par des cavaliers de déchets d'extraction).

34. BESSAC 2002b, p. 37.



Figure 2. Exploitation de blocs en pied de falaise à Palmyre (© J.-C. Bessac).

Moyen-Orient³⁵ et de Grèce³⁶ ont tiré parti d'une telle situation. Pour les carrières, l'intérêt de ces blocs tient d'abord à l'accès direct à la pierre massive sans élimination de matériaux inutilisables (fig. 2). Ces pans de roche étant déjà isolés de tous côtés, leurs qualités et défauts sont évaluable avant d'entamer leur débitage. Selon leur volume, ils favorisent l'emploi de très grands appareils, voire de mégalithes, comme à Iraq al Amir en Jordanie³⁷. Les traces de ces chantiers se trouvent sur ces blocs plutôt que sur la falaise. Leur débitage et leur équarrissement sur place produisent des déchets marqués d'impacts d'outils. Leur exploitation conduit souvent les carriers à extraire aussi des strates directement dans la falaise. Pour les détacher d'une paroi abrupte, les éventuelles fissures préexistantes sont utilisées. Mais ce procédé est très difficile à identifier par l'archéologue car il laisse peu de traces. Une autre solution consiste à mettre en œuvre à partir d'un sommet de falaise les techniques d'extraction employées dans une carrière ordinaire, et de progresser par tranches verticales, comme dans certaines carrières du Proche-Orient et de la Gaule méditerranéenne³⁸. Les deux techniques sont souvent employées de façon complémentaire. Lorsque ces chantiers sont éloignés des habitats permanents, les carriers aménagent des abris temporaires dont le toit est ancré dans la roche à l'aide de chevrons logés dans

des trous. De tels vestiges se trouvent aussi sur des fronts de carrières.

Il existe diverses formes et stratégies d'exploitation souvent liées aux caractéristiques lithologiques et tectoniques des roches ainsi qu'à la topographie des affleurements. Elles sont souvent difficiles à repérer et surtout à interpréter en prospection³⁹. Certaines sont imposées par la situation particulière des carrières par rapport à un très grand chantier de proximité. Tel est le cas de l'enceinte augustéenne de Nîmes, conçue et adaptée en vue d'une exploitation la plus économique possible du calcaire dur local dont la fragmentation naturelle diminue progressivement en profondeur⁴⁰ (fig. 3). Selon la fréquence des fissures, les techniques d'extraction changent. Pour comprendre ces exploitations, il faut analyser aussi les techniques de construction de l'ouvrage lié à la carrière.

Dans les carrières des Lens, la problématique est un peu plus complexe du fait de leur éloignement des chantiers de taille qui estompent l'impact de leurs interactions. Les recherches et expertises sur les monuments et les dépôts lapidaires antiques et médiévaux de Nîmes et de la côte, entre les Alpes et les Pyrénées, ont permis néanmoins d'obtenir une vue d'ensemble sur la nature particulière de la production de cet affleurement⁴¹.

35. Par ex. à Iraq al Amir en Jordanie, voir WILL, 1991, p. 127.

36. Notamment à Messène, en cours d'étude.

37. WILL, 1991, p. 127.

38. BESSAC, 2003a, p. 28.

39. ID., 2003a, p. 24-32.

40. ID., 1987, p. 32-35 et fig. 6.

41. BESSAC, LASALLE, 1991 ; BESSAC, 1996, p. 52-68.

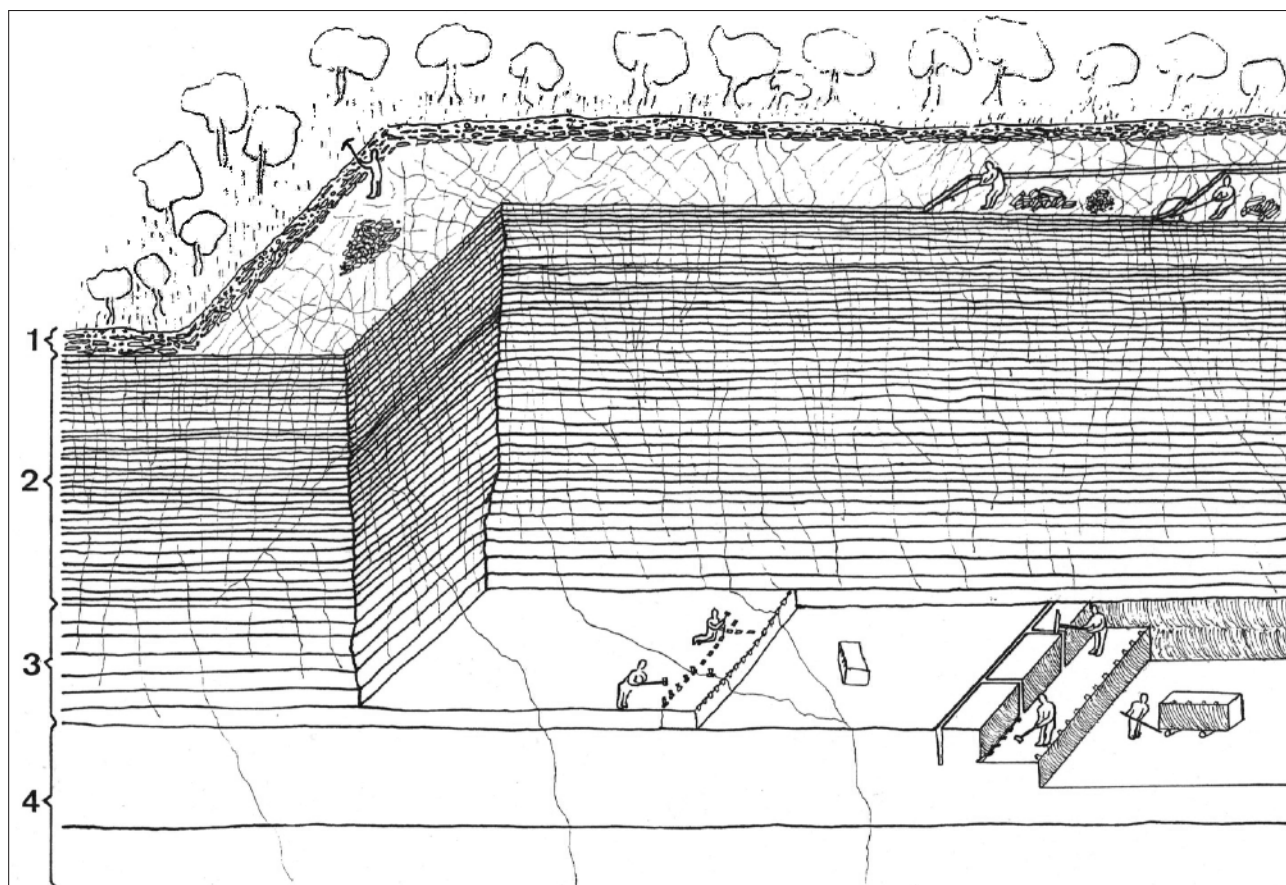


Figure 3. Extractions dans un calcaire à fissures régressives : 1. Cailloutis. 2. Petit appareil et dalles. 3. Moyen appareil. 4. Grand appareil (© J.-C. Bessac).

L'élaboration de la stratégie et de la méthode de fouille en carrière

En ce qui concerne les carrières des Lens, les sources du XIX^e s. évoquent sans précision la découverte de monnaies romaines⁴². Au début des recherches dans ce massif, en 1979, deux carrières étaient encore en activité au nord de l'affleurement, et au moins dix autres avaient été exploitées entre le milieu du XIX^e s. et 1914. Il était difficile de savoir précisément quelles exploitations correspondaient à ces anciennes découvertes. Quelques fragments de céramique romaine avaient été collectés durant la prospection sur les déblais remaniés au cours des activités récentes de la plupart de ces carrières. Les vestiges antiques pouvaient donc être totalement détruits. La programmation des fouilles sur plus de deux décennies permettait d'envisager cinq fouilles dont deux grandes, dans les carrières de Mathieu au nord et des Pielles au sud, et trois plus modestes sur les sites

du Roquet, de la Peyrière de Martin et de La Figuière (voir fig. 1). Ensuite s'est ajoutée la supervision de deux sauvetages, dont un dans la carrière Héral-Nègre⁴³, toujours en activité, et l'autre hors de cet affleurement, près du Pont du Gard dans la carrière de l'Estel⁴⁴.

Mis à part pour ces deux derniers sites, il a fallu déterminer un ordre de priorité pour chacune de ces interventions. Ne disposant au début d'aucune référence méthodologique, il a été décidé de tester d'abord les deux exploitations les plus petites, la carrière du Roquet⁴⁵ et la Peyrière de Martin⁴⁶, qui n'avaient pas fourni de témoignage antique lors de leur prospection. Aucune des deux ne permettant l'intervention d'un engin mécanique, les fouilles ont donc été réalisées très prudemment à la main. La carrière du Roquet, située au confluent de deux rivières, nous permettait de vérifier la présomption d'ancienneté que cette position lui conférait. Elle se distingue également par son sous-faciès crayeux. Le sommet d'une alcôve creusée

42. DUMAS, 1877, p. 234-235 ; PICARD, 1903, p. 171-176.

43. BESSAC, 1996, p. 15 ; ID. 2002, p. 45-46.

44. BESSAC, VACCA-GOUTOULLI, 2002.

45. BESSAC, 1996, p. 156-169 ; ID., 2002, p. 47-48.

46. BESSAC, 1986a, p. 179-181 ; 2002, p. 50.

dans la partie émergente d'un front laissait supposer la présence d'un abri de carrier. Celui-ci est apparu lors de la fouille de ce secteur de la carrière, il avait aussi servi d'atelier de taille aux ^{v^e/vi^e} s. L'extension de la fouille a mis au jour des traces de trois autres chantiers datés par de la céramique ; le plus ancien est de tradition hellénistique, le suivant est du milieu du ^{i^{er}} s. av. J.-C. et le troisième correspond à des essais d'extraction du début du Haut Empire⁴⁷. Le second chantier protohistorique se distingue de tout ce que nous connaissons ailleurs surtout par l'emploi de coins en bois et d'un outil d'extraction à large tranchant que nous avons attribué hypothétiquement à un mélange de traditions indigènes et grecques⁴⁸.

Concernant la Peyrière de Martin, on savait seulement qu'elle avait fait l'objet d'une dernière exploitation à l'explosif vers la fin du ^{xix^e} s. Sa fouille n'a produit aucun témoin archéologique en relation avec l'extraction traditionnelle. Seule l'expertise des vestiges provenant du village le plus proche, Combas, a fourni un repère chronologique vraisemblable, le ^{xvi^e} s.⁴⁹

Ces deux premiers essais démontrent que les seuls emplacements qui garantissent une datation sûre des extractions sont les lieux de vie des carriers. La prospection des déblais de la carrière de Mathieu n'avait donné que des témoins de la fin du ^{xix^e}/début ^{xx^e} s. et un fragment d'amphore du Haut Empire. Exposés au sud et en partie enfouis sous les déblais récents subsistaient les murs de la cabane des derniers carriers. Il fallait fouiller cette structure pour vérifier l'éventuelle présence de vestiges antiques en dessous. En effet, on y a découvert des fragments de céramique romaine que le ruissellement avait entraînés depuis un dépotoir placé plus haut sur des déblais. Il suffisait donc de remonter la pente pour découvrir l'habitat des carriers romains. Le volume de déblais modernes recouvrant le niveau antique étant considérable, leur suppression ne pouvait être envisagée que mécaniquement sous contrôle archéologique très strict. Appuyé contre un redan du front de carrière est apparu le sommet des murs de l'habitat des carriers romains et leur forge. Trois campagnes consacrées à cette partie de la fouille ont permis de mettre en relation les traces techniques relevées sur le rocher avec le matériel archéologique qui datait surtout du dernier tiers du ^{i^{er}} s. av. J.-C. La céramique correspond à celle utilisée à la même période dans la ville de Nîmes, seuls les *dolia* et les fours portatifs sont d'origine locale⁵⁰. En marge

de leur production de blocs d'architecture, ces carriers taillaient des petits autels votifs rudimentaires que l'on trouve dans des sanctuaires indigènes à 3 km de là, en bordure ouest du massif⁵¹. Les traces spécifiques des outils d'extraction augustéens identifiées sur le sol de carrière étaient différentes de celles relevées dans les chantiers préromains du Roquet. Le pic d'extraction (escoude) comportait de chaque côté une double dent pointue espacée de 19 à 22 mm et l'outil de creusement des trous pour les coins, le mortaisoir, était forgé d'un petit tranchant d'une largeur de 14 à 18 mm. Fort de ces repères chronologiques, la fouille de la carrière a été entreprise pour obtenir des données sur son fonctionnement général, notamment sur la diversité de sa production, le nombre des carriers, l'outillage, le matériel, le processus de travail et le marquage des blocs. Pour prendre en compte sur chaque empreinte de blocs toutes ses caractéristiques techniques, une fiche couplée au plan permet de noter trente-trois données⁵² (fig. 4). En croisant ces informations avec les analyses stratigraphiques des déblais et des dépôts de l'habitat, trois phases d'activité de quelques années chacune, séparées par des temps d'abandon ont été reconnues ; toutes sont augustéennes.

À partir de 1984, parallèlement à cette fouille, un nouveau chantier archéologique a été ouvert dans la carrière des Pielles, sur un point culminant au sud de l'affleurement (fig. 1), dans deux des trois excavations reconnues en ce lieu⁵³. En surface, seuls des fragments de récipients cylindriques en pierre avaient été identifiés mais on ignorait alors leur époque. Le sommet d'une alcôve se devinait à la base d'un ressaut rocheux très altéré. Soupçonnant un abri rupestre analogue à celui de la carrière du Roquet, le premier sondage y a été implanté. La présence d'un abri de carrier s'est confirmée en profondeur avec l'apparition de foyers superposés et d'un mur constitué de gros déchets d'extraction. La céramique des foyers supérieurs date des ^{xiv^e/xv^e} s.⁵⁴ mais correspond avec l'activité voisine de l'excavation nord. D'autres foyers découverts en dessous et datés au C14 des ^{x^e/xi^e} s. sont en relation directe avec l'extraction de cylindres sur place et à côté. L'extension de la fouille a donné des traces d'extraction analogues à celles de la carrière de Mathieu mais avec des spécificités dimensionnelles. Quelques fragments de céramique permettent de dater cette activité du ^{ii^e} s. Entre cette extraction et le secteur des cylindres, il subsiste un lambeau de sol de

47. BESSAC, 1996, p. 169 ; 2002, p. 47-48.

48. BESSAC, 1996, p. 237-236.

49. BESSAC, 1996, p. 58-59 et fig. 30.

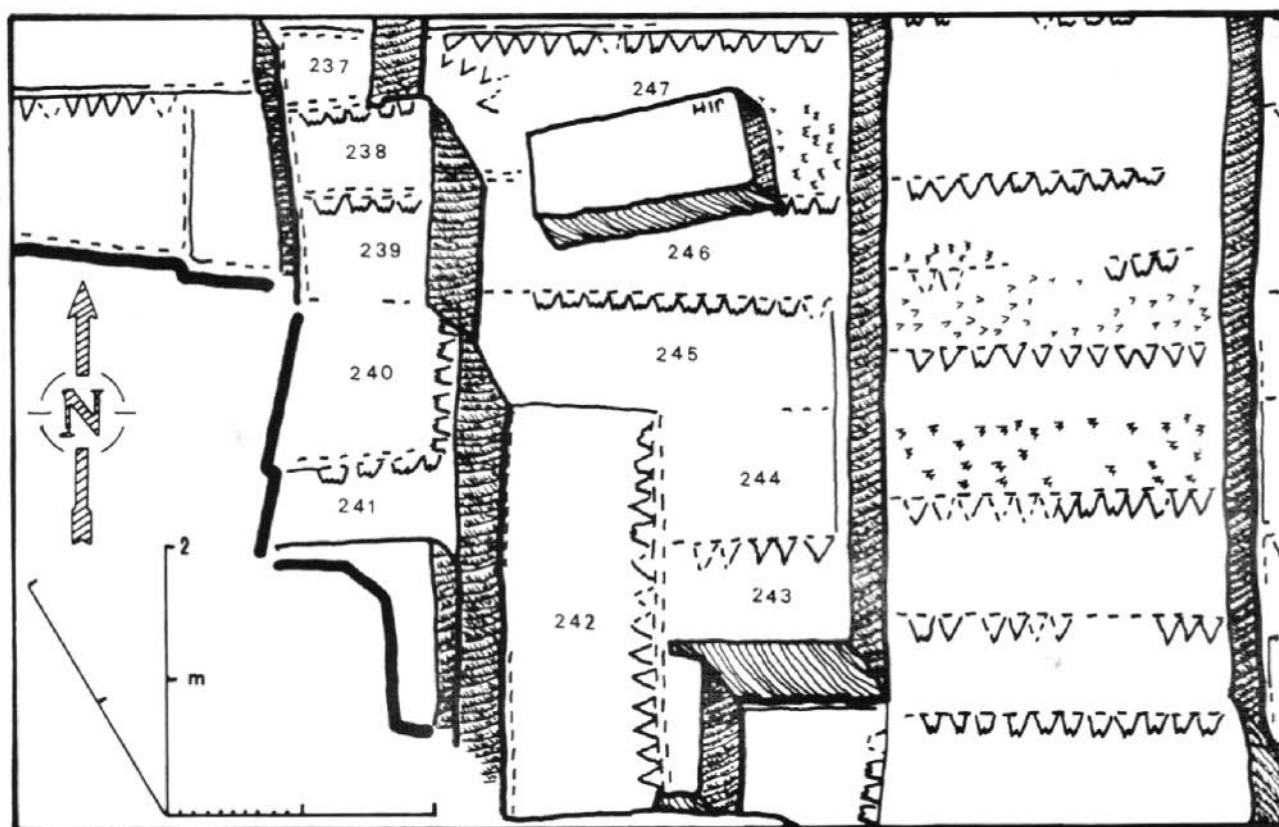
50. FICHES, BESSAC, 1996, p. 130-142.

51. BESSAC, 1996, p. 253-255.

52. Pour les détails de ces données voir ID., 1996, p. 92-111.

53. BESSAC, 1996, p. 169-172, 240-247 et 302-307.

54. SCHNEIDER, 1996, p. 187-188.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		carrière	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.	Mat.fr.O.
2 SITUATION	secteur	sud	sud	sud	sud	sud	sud	sud	sud	sud	sud	sud
3	unité	B.N.n°237	B.N.n°238	B.N.n°239	B.N.n°240	B.N.n°241	B.N.n°242	B.N.n°243	B.N.n°244	B.N.n°245	B.N.n°246	
4 DIMENSIONS	longueur cm	99 cons.	98 cons.	87 cons.	115/123	124/128	313/314	130/131	130/131	250/253	250/251	
5 moyennes	largeur cm	43/46	50/52	71/76	103/108	70/71	97/103	65/70		68/68	68/70	
6 générales	hauteur cm	38/40	35/40	40/43	47/57	44/46	45/60	?	?	41/42	42/43	
7 TRANCHÉES	larg. tr. cm	?	?	110/120	120/140	100/125	90	?	?	?	?	
8 et IMPACTS	dépassement cm	néant	18 (O)	35 (O)	néant	néant	18 (O)	?	?	?	?	
9 de l'outil de	forme	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
10 creusement	larg.out. mm	19	20	20	19	19	19	18		18	18	
11 formes et	esp. imp. mm	20/35	20/35	20/35	20/30	20/35	20/40	20/35		20/35	20/35	
12 dimensions	esp. sill. mm	20/35	20/35	20/30	20/35	20/30	20/40	?	?	20/40	20/40	
13 des traces	qualité A à D	?	B	B	D	C	D	?	?	B	B	
14	long. nombre	0 cons.	5 cons.	4 cons.	0	4	14 cons.	3 cons.		12	2 vis.	
15 EMBOUTURES	larg. nombre	0	0	0	5	0	0	0		0	0	
16 position	haut. nombre	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
17 nombre	forme	?	2W3WV	4 WV	5 WV	4 WV	5W4V1U4?	1V1W1?		11WV1U	1WV1?	
18 formes	doub.rain.mm	?	2(35/45)	4(40/45)	2(45/50)	3(45/50)	10(35/40)	2(45)		11(45/50)	1(50)	
19 particulier.	largeur cm	?	13/15	15/18	14/15	18/20	14/17	14		14/17	14	
20 dimensions	profond. cm	?	7/8	9/10	11/13	7/11	12/15	12/13		8/11	9	
21 espacement	épaisseur cm	?	1,6	1,6	?	1,6	1,7	?		1,6	1,6	
22	espacem. cm	?	10/18	17/19	18	19/23	18/21	19/21		18/20	18	
23 RECTIFICAT.	aux coins	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant		néant	néant	
24 du sol	à l'escaude	néant	18	néant	néant	néant	néant	néant		néant	néant	
25 après	au pic	oui	néant	néant	oui	néant	néant	oui		néant	oui	
26 l'extraction	autres	néant	mortais. 16	mortais. 16	néant	néant	mortais. 17	mortais. 17		mortais. 16	néant	
27 PROGRESS.	sens pendage	S-E	S-E	S-E	S-E	S-E	S-E	S-E		S-E	S-E	
28 extraction	sens extract.	N-S	N-S	N-S	E-O	S-N	E-O	N-S		N-S	N-S	
29 IRRÉG.EXTR.	h. L. l. cm	néant	néant	néant	néant	+16/46/35	+14/77/72	néant	néant	néant	néant	
30 JOINT STRATIFICATION		non	non	non	non	non	non	non		non	non	
31 DéFAUTS	intégrés	néant	fiss. vert.	diocl.vert.	diocl. vert.	néant	diocl.vert.	fiss.vert.		fiss.vert.	néant	
32 naturels	non intégrés	poche kars.	néant	néant	néant	néant	néant	fiss.vert.		néant	diocl.vert.	
33 OBJET PROB	ABLE	bloc.dégag.?	?	?	base/t.col.	?	lint.monol.	?	?	lint./corn.	lint./corn.	

Figure 4. Fiche technique et plan de relevé en carrière (© J.-C. Bessac).

carrière daté par un fragment d'amphore du ^v^e s. Entre cette première excavation et la seconde, côté nord, le chantier du ⁱⁱ^e s. tronque un sol de carrière de tradition hellénistique caractérisé tant par le format plus réduit de ses blocs que par ses traces d'outils. Au sommet de la seconde excavation apparaissent des empreintes d'extraction de blocs de grand appareil datées du début du ⁱ^{er} s. par leurs caractères techniques et par de la céramique. Plus au nord se trouve la suite du chantier du ⁱ^{er} s. Celui-ci est excavé par un chantier du ^{xiv}^e/^{xv}^e s. correspondant à la seconde phase d'occupation de l'abri médiéval voisin. Ce nouveau chantier présente des empreintes de cylindres différentes des premières et des traces d'outils proches des exemplaires modernes. La stratégie d'extraction est plus fonctionnelle que dans le premier chantier médiéval. Grâce aux données typologiques établies dans les deux premières excavations, on peut affirmer sans fouille que la troisième, côté est, a connu au moins deux périodes d'activités : le ⁱⁱ^e et les ^x^e/^{xi}^e s.

Le volume fouillé ici est beaucoup plus réduit que dans la carrière de Mathieu, mais les techniques et les stratégies propres de six chantiers successifs sont maintenant caractérisées. La typologie chronologique des techniques d'extraction, amorcée précédemment, s'est donc beaucoup étoffée. Néanmoins, la transition entre la fin des techniques romaines d'extraction et la rusticité des procédés du haut Moyen Âge restaient encore mal connues malgré quelques repères obtenus dans la carrière du Roquet. La fouille de la petite excavation de La Figuière, au nord-est du Bois des Lens, allait compléter cette lacune. Visible et accessible directement à flanc de coteau, la roche massive ne pouvait qu'avoir attiré les carriers hellénistiques qui y ont extrait des blocs de moyen appareil. Une lettre *phi*, gravée en bordure de la voie d'accès, semble correspondre à une limite de leur concession (fig. 5). Au début de l'Empire, quelques blocs de grand appareil ont été extraits, puis ce sous-faciès assez irrégulier du calcaire des Lens a été délaissé. Vers la fin du Bas-Empire, des sarcophages ont été produits ici mais de façon très discontinue.

L'intérêt archéologique de cette activité intermittente tient aux changements progressifs des impacts du pic d'extraction entre les premiers sarcophages extraits et les derniers qui révèlent une régression technique de cet outil. Sa forme romaine à double dent pointue, la plus efficace, présente un temps deux dents rectangulaires, puis devient un étroit tranchant droit pour finir par une pointe ordinaire. Celle-ci perdurera dans la région au moins jusqu'au ^{xii}^e s. C'est aussi durant cette phase de transition qu'un autre outil spécifique, le mortaisoir, disparaît, au profit du pic ordinaire qui devient alors d'un usage polyvalent.



Figure 5. Lettre phi en marge de la carrière de La Figuière (© J.-C. Bessac).

Les deux fouilles de sauvetage réalisées en fin de programme dans le massif des Lens, puis dans le calcaire coquillier du Pont du Gard, nous ont permis de roder nos méthodes et de valider notre typologie chronologique des techniques d'extraction. Les recherches sur le second site ont surtout mis en valeur les interactions entre sa carrière, le milieu naturel et l'ouvrage⁵⁵.

Bilan et perspectives des recherches dans les carrières antiques

Comme notre expérience le démontre, les recherches sur les carrières donnent d'autant plus de résultats qu'elles sont fondées sur une problématique bien adaptée aux types d'affleurements, à chaque site d'extraction et à l'emploi de leur production. Il en est de même pour les méthodes et les techniques de fouille. Le choix des secteurs de l'exploitation susceptibles de répondre le mieux aux questions posées est essentiel. L'ampleur des anciennes carrières et la pauvreté archéologique de leur comblement requièrent une implantation des fouilles aux emplacements des abris ou des habitats de carrier. C'est grâce à ces vestiges d'occupation que les techniques ont été datées assez précisément. Néanmoins, on ignore presque tout de ces populations de carriers antiques car un seul de leurs habitats a été totalement fouillé. Quant aux carriers des époques plus tardives, seuls deux abris très temporaires ont été étudiés.

Diverses expertises de carrières du monde gréco-romain dans des roches comparables à celles qui ont servi à la mise au point de repères typo-chronologiques nous permettent aujourd'hui de proposer leur

55. BESSAC, 1992 ; Id., 2003c ; BESSAC, VACCA-GOUTOULLI, 2002 ; BESSAC, VACCA-GOUTOULLI, LUKAS, 2002.

validité, au moins pour la moitié sud de la Gaule. Le remplacement des deux dents par des pointes à partir de l'époque mérovingienne jusqu'à l'époque romane est attesté dans la même zone géographique. Ensuite, le tranchant de tradition hellénistique reprend sa place jusqu'à la généralisation de l'extraction mécanisée. L'usage du mortuaire avec un tranchant normalisé pour creuser les emplacements pour les coins semble propre à l'époque romaine partout dans l'Empire, y compris au Proche-Orient. Ce n'est pas le cas du pic d'extraction dont le modèle de tradition hellénistique semble persister au Moyen-Orient jusqu'à l'époque omeyyade et peut-être au-delà.

En dehors des contrées ayant bénéficié de grandes fouilles programmées, on ne peut que constater la rareté des données techniques précises sur les anciennes carrières. Même si les prospections et les fouilles préventives et de sauvetage sont indispensables, face au développement industriel et urbain, elles ne suffisent pas à pallier cette absence d'informations. Cela tient à divers facteurs. Le principal résulte de leur implantation essentiellement en zone urbaine et périurbaine alors que les exploitations antiques sont en général là où la pierre est de meilleure qualité, même assez loin de la cité. L'implantation aléatoire des sondages d'évaluation archéologique dans les carrières donne des résultats naturellement hasardeux et souvent difficiles à intégrer dans des problématiques générales. L'apport scientifique des sauvetages urgents ne peut être que complémentaire par rapport aux résultats d'une fouille programmée sur plusieurs campagnes annuelles ; il ne peut constituer une solution de remplacement. Par ailleurs, la situation serait meilleure si les moyens attribués à l'archéologie de sauvetage incluaient systématiquement les temps de publication.

Les prospections archéologiques des carrières sont également nécessaires mais, si elles ne débouchent pas sur des programmes de fouilles, il est difficile d'exploiter leurs données. Dans la plupart des roches, seuls les fronts rapidement protégés par des déblais préservent leurs traces techniques et anthropiques mais ils n'apportent qu'une faible partie des informations archéologiques. L'essentiel provient des sols de carrière qui sont généralement enfouis. Une fois mis au jour, ceux-ci nécessitent un nettoyage soigneux de leurs encroûtements pour pouvoir étudier tous les indices marquant ce niveau de la carrière. Les grands dégagements préalables à l'étude des carrières et la fragilité des traces anthropiques dans ce milieu nécessitent un subtil dosage des engins mécaniques et des fins outils de fouille.

Le sujet des carrières est très loin d'être épuisé, même dans le Midi méditerranéen, et les fouilles archéologiques programmées restent indispensables. De nombreux habitats de carriers ont été localisés lors des prospections et ouvrent le maximum de perspectives

d'innovations archéologiques. Mais cette activité industrielle antique majeure ne peut être étudiée qu'en l'accompagnant des recherches simultanées sur ses principaux débouchés, la construction et l'ornementation.

Bibliographie

- ANONYME (1998), *Roches de France*, Ternay (Rhône), édition Pro Roc.
- BESSAC, Jean-Claude (1981) « Les carrières de Nîmes », *Histoire et Archéologie, les Dossiers*, 55, pp. 58-67.
- BESSAC, Jean-Claude (1986a), « Carrières antiques du Bois des Lens (Gard) », *Revue archéologique de Narbonnaise*, 19, pp. 159-182.
- BESSAC, Jean-Claude (1986b), « La prospection archéologique des carrières de pierre de taille : approche méthodologique », *Aquitania*, 4, pp. 151-171.
- BESSAC, Jean-Claude (1987), « Matériaux et construction de l'enceinte augustéenne de Nîmes », dans Marie-Geneviève COLIN (éd.), *Les enceintes augustéennes dans l'Occident romain (France, Italie, Espagne, Afrique du Nord)*, Nîmes, pp. 25-38 (*Bulletin de l'École Antique de Nîmes*, 18).
- BESSAC, Jean-Claude (1992), « Données et hypothèses sur les chantiers des carrières de l'Estel près du Pont du Gard », *Revue archéologique de Narbonnaise*, 25, pp. 397-430.
- BESSAC, Jean-Claude (1993), « État des recherches sur les carrières antiques du Bois des Lens (Gard) », *Journal of Roman Archaeology*, 6, pp. 205-225.
- BESSAC, Jean-Claude (1996), *La pierre en Gaule Narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes)*, Ann Arbor (Mi), suppl. 16 au *Journal of Roman Archaeology*.
- BESSAC, Jean-Claude (2002), « Les carrières du Bois des Lens (Gard) », dans Jean-Claude BESSAC et Robert SABLAYROLLES (éd.), *Gallia*, 59, pp. 29-51.
- BESSAC, Jean-Claude (2003a), « L'extraction des pierres de taille et des roches marbrières dans l'Antiquité : les principales stratégies d'exploitation », dans *Marbres en Franche-Comté*, Besançon, Éd. AS-PRODIC, pp. 21-34.
- BESSAC, Jean-Claude (2003b), « À propos de l'approvisionnement et de la diffusion des pierres en Gaule méditerranéenne », dans *Hommages à Guy Barruol*, suppl. 35 à la *Revue archéologique de Narbonnaise*, Montpellier, pp. 377-387.
- BESSAC, Jean-Claude (2003c), « Nouvelles traces du chantier romain du Pont du Gard », *Revue archéologique de Narbonnaise*, pp. 177-198.
- BESSAC, Jean-Claude, BONNAUD, Roland, PY Michel (1979), « Prospections et sondages archéologiques dans la partie sud-est du Bois des Lens (Gard) », *Bulletin de l'École Antique de Nîmes*, 14, pp. 41-83.

- BESSAC, Jean-Claude, FICHES, Jean-Luc (1979), « Étude des matériaux en pierre découverts à Ambrussum (Villetelle, Hérault) », *Archéologie en Languedoc*, 2, pp. 127-154.
- BESSAC, Jean-Claude, LASSALLE, Victor (1991), *Les sculptures gothiques du Musée archéologique de Nîmes*, Nîmes, Cahiers des Musées et Monuments de Nîmes, 9.
- BESSAC, Jean-Claude, VACCA-GOUTOULLI, Mireille (2002), « La carrière romaine de L'Estel près du Pont du Gard », dans Jean-Claude BESSAC et Robert SABLAYROLLES (éd.), *Gallia*, 59, p. 11-28.
- BESSAC, Jean-Claude, VACCA-GOUTOULLI, Mireille, LUKAS, Dagmar (2002), « Im Schatten des Pont du Gard : Zu den jüngsten Ausgrabungen im Steinbruch Estel », *Antike Welt*, 33-2, pp. 153-162.
- BESSAC, Jean-Claude, SABLAYROLLES, Robert (éd.) (2002), « Carrières antiques de la Gaule », *Gallia*, 59, 2002, pp. 1-204.
- BRUZZA, Luigi (1870), « Iscrizioni dei marmi grezzi », *Bulletin de l'Institut de correspondance archéologique*, pp. 106-204.
- CALVI, Marius (1969), « La pierre des Lens », *Le Mausolée*, 389 (extrait sans pagination).
- DODGE, Hazel, WARD-PERKINS, Bryan (éd.) (1992), *Marble in Antiquity : collected papers of J.B. Ward-Perkins*, Londres, édité by Dodge H. et Ward-Perkins B., Archaeological Monographie of the British School at Rome, 6.
- DROUOT, Édouard (1977), « La carrière romaine de Barutel », *Mémoires de l'Académie de Nîmes*, 59, pp. 106-119.
- DUBOIS, Charles (1908), *Étude sur l'administration des carrières dans le monde romain*, Paris, Albert Fontemoing.
- DUMAS, Émilien (1877), *Statistique géologique, minéralogique et paléontologique du département du Gard*, Paris, Arthus Bertrand.
- DWORAKOWSKA, Angelina (1975), *Quarries in Ancient Greece*, Wratislaviae/Ossolineum, Polish Academy of Sciences, Institute of the History of Material Culture (Bibliotheca Antiqua, 14).
- FICHES, Jean-Luc, BESSAC, Jean-Claude (1996), « Les céramiques », dans Jean-Claude BESSAC, *La pierre en Gaule Narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes)*, suppl. 16 au *Journal of Roman Archaeology*, Ann Arbor (Mi), pp. 130-142.
- GUÉRY, Roger, TROUSSET, Paul, HALLIER, Georges (1985), « Des carrières de la Couronne aux vestiges de la Bourse : techniques d'extraction et de construction », dans *Histoire des techniques et sources documentaires*, Aix-en-Provence, CNRS/GIS, Maisson de la Méditerranée, Cahier, 7, pp. 25-62.
- LÉGER, Alfred (1875), *Les travaux publics, les mines et la métallurgie aux temps des Romains*, Paris, J. Dejeu & C^{ie}.
- MAUSOLÉE, rédaction du (1976), *Essai de nomenclature des carrières françaises de roches de construction et de décoration*, Givors (Rhône), Éd. Le Mausolée.
- NOËL, Pierre (1970), *Les carrières françaises de pierre de taille*, Paris, Eyrolles.
- PICARD, Théodore (1903), « Nos anciennes carrières romaines », *Revue du Midi*, 33, pp. 291-306.
- PROGRAMMATION (1981), *Programmation de la recherche archéologique de terrain en France*, Paris, Ministère de la Culture, Direction du patrimoine, Sous-direction de l'archéologie.
- PROGRAMMATION (2016), *Programmation nationale de la recherche archéologique*, Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, Direction générale des patrimoines, Sous-direction de l'archéologie.
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS (1890), *Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889*, Paris, Éd. Baudry et C^{ie}.
- MONTHEL, Gérard, PINETTE, Mathieu (1977), « La carrière gallo-romaine de Saint-Boil », *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 28, fasc. 1-2, pp. 37-61.
- RÖDER, Josef (1957), « Zur Steinbruchgeschichte des Pellenz- und Brohltaltuffs », *Bonner Jahrbücher*, 157, pp. 213-271.
- SCHNEIDER, Laurent (1996), « Les vases médiévaux de l'abri de l'excavation sud du site des Pielles », dans Jean-Claude BESSAC, *La pierre en Gaule Narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes)*, Ann Arbor (Mi), suppl. 16 au *Journal of Roman Archaeology*, pp. 130-142.
- WILL, Ernest (1991), « 1. La technique », dans Ernest WILL, François LARCHÉ (dir.), *Iraq al Amir, le Châteaudeau du tobiade Hyrcan*, Beyrouth, IFAPO, Coll. BAH, 132, pp. 127-134.

**I. ZONAS DE EXPLOTACIÓN Y TERRITORIOS: ESTRATEGIAS
DE ANÁLISIS, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ESTUDIO GLOBAL**

**I. ESPACES D'EXPLOITATION ET TERRITOIRES: STRATÉGIES
D'ANALYSE ET MÉTHODES POUR UNE ÉTUDE GLOBALE**

ELCHE (ALICANTE) : DES PIERRES ET DES CHEMINS

UNE DÉMARCHE MULTI-SCALAIRE POUR COMPRENDRE L'ORGANISATION ET LA STRUCTURE DES CARRIÈRES D'EL FERRIOL

Laurent Costa

UMR 7041 (ArScAn, MAE René Ginouvès, Nanterre)

Jesús Moratalla

Universitat d'Alacant

Pierre Rouillard

UMR 7041 (ArScAn, MAE René Ginouvès, Nanterre)

Résumé

Une première reconnaissance de terrain menée en avril 2007 a permis de se rendre compte de la densité et de la qualité exceptionnelle des vestiges de carrières anciennes au nord de la ville d'Elche sur les zones d'*El Ferriol*, de *Peligros* et de *El Canteres*. Pour compléter cette approche, nous avons réuni un ensemble documentaire associant données de terrain, éléments de cartographie actuelle et ancienne, et clichés photographiques pour développer un SIG.

Munis de cette base documentaire, nous avons pu proposer à la fois une méthode originale de repérage de ces établissements mais aussi des pistes d'analyse sur leur organisation et leur répartition spatiale. Ces pistes permettent d'engager une réflexion sur la structure spatiale de ces exploitations mais aussi sur leur place dans la dynamique du peuplement de cette région.

Mots clés : carrières, circulation, SIG, territoire, organisation spatiale, modélisation, cartographie.

Resumen

Un primer reconocimiento del terreno llevado a cabo en 2007 puso de relieve la densidad y excepcionalidad de las evidencias de canteras antiguas en las zonas de El Ferriol, Peligros y El Canteres, a norte de la ciudad de Elche. Para completar estos datos, se desarrolló un SIG mediante la puesta en relación de un conjunto de documentación derivada de la prospección sobre el terreno, elementos de la cartografía actual y antigua, así como fotografías.

Sobre la base de esta documentación, proponemos un nuevo método de identificación de estos lugares (canteras) y, al mismo tiempo, líneas de análisis para entender su organización y situación espacial. A partir de ahí, es posible abordar la reflexión sobre la estructura espacial de estas explotaciones a la vez que intentar entender su papel dentro de la dinámica de población de esta región.

Palabras clave: canteras, circulación, SIG, territorio, organización espacial, cartografía.

Introduction

L'identification des carrières d'*El Ferriol* (fig. 1) est déjà ancienne et c'est à l'occasion de la réalisation de la carte géologique de la région d'Alicante-Murcie¹ que Christian Montenat a identifié le gîte de matériaux d'où provenait la pierre de la Dame d'Elche. Mais c'est au cours de nouvelles prospections sur le terrain, en mars 2005, que la découverte d'une remarquable ébauche de sculpture ibérique trouvée au pied des éboulis de ces carrières a permis d'engager le programme d'étude de cette zone.

Situé au nord de la commune d'Elche, *El Ferriol* et ses environs offrent un ensemble d'exploitations utilisées durant un large intervalle de temps (au moins 2500 ans) et montrent des modalités et des techniques d'extraction manifestement différentes les unes des autres. Cette configuration atypique pour ce genre de sites nous a permis de nous engager sur une étude qui n'est pas liée à un site d'extraction particulier mais à un système complexe d'exploitation qui s'intègre dans un territoire. Nous nous attacherons dans cet article à décrire ce que nous nommons le « système complexe d'exploitation » de cette zone, et plus particulièrement la méthodologie que nous avons utilisée pour comprendre ce phénomène selon différentes échelles.

1. La mise en œuvre et la méthode d'analyse : les allers-retours entre la prospection et la base de données géographique

Le massif du *Tabayà* est composé essentiellement de calcaires miocènes assez tendres susceptibles de produire des pierres de moyen et grand appareil de bonne qualité géotechnique. On savait, grâce aux archives de la ville d'Elche, que certaines de ces carrières (la carrière dite de *Santa María*) avaient livré les pierres pour l'édification de la cathédrale *Santa-María* d'Elche (xviii^e siècle), et l'étude pétrographique du matériel lithique ibérique conservé au musée de *La Alcudia* en 2005 avait permis de relier les matériaux archéologiques aux différents calcaires existant dans ce massif. Le principal matériau utilisé est le calcaire bioclastique fin, beige jaunâtre, du Miocène inférieur-moyen qui a été associé à la statuaire ibérique : tel est le cas de la Dame d'Elche ou du Torse de guerrier à la *falcata* issus du calcaire de la vallée d'*El Ferriol*, trouvés à *La Alcudia* et conservés l'un et l'autre au *Museo Arqueológico Nacional* de Madrid.

D'autres éléments de cette statuaire ibérique ont été réalisés dans un calcaire sableux fin, beige, à fossiles disséminés (ditrupes, pectinidés) du Miocène supérieur, le Tortonien II que l'on trouve non loin de notre zone d'étude ; ce matériau a été utilisé pour la Tête de griffon ou le Torse masculin avec fibule de *La Alcudia*.

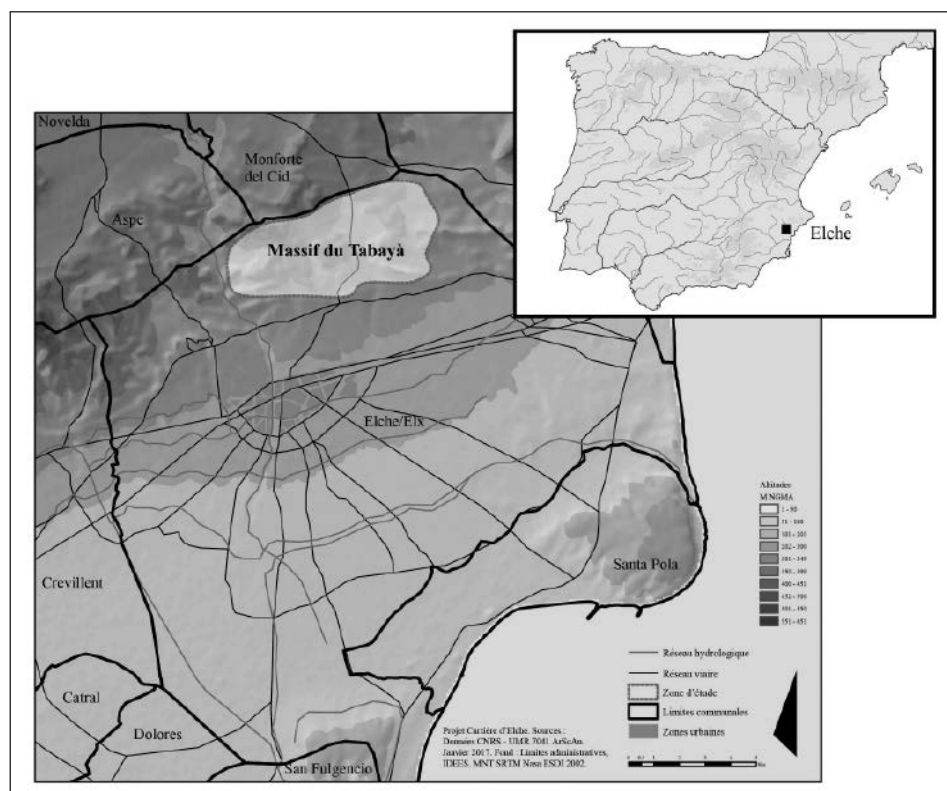


Figure 1. Carte de situation de la zone d'étude.

1. MONTENAT, MORATALLA, ROUILLARD et TRUSZKOWSKI, 2006.

Enfin, un calcaire bioclastique et détritique à grain très grossier (faciès C), également du Miocène supérieur (Tortonien I, *ibid.*), disponible lui aussi à proximité immédiate, a surtout été utilisé pour le bâti (linteaux, etc.) et davantage, semble-t-il, à l'époque romaine.

Nous avons procédé en avril 2007 à un premier repérage pédestre sur trois zones préalablement identifiées comme particulièrement riches lors des travaux antérieurs : *El Ferriol*, *Peligros* et *El Canteres/Pedreras*. Sur ces trois zones, en quelques heures, nous avons reconnu au total plus de 58 établissements² répartis de manière diffuse dans différentes vallées et correspondant à des exploitations de pierre de toutes tailles et de toutes époques (dont certaines semblaient très anciennes : *El Ferriol II*). Ces cavités étaient de plus associées à des éléments complémentaires comme des voies, des quais de débarquement ou de chargement,

des puits, des abris en pierre sèche, etc. La richesse de la zone était telle qu'une simple prospection pédestre ne permettait pas vraiment de l'évaluer. Il se posait de fait le problème de la stratégie scientifique à adopter notamment pour le repérage de ces cavités. En effet, si notre démarche, dans sa phase initiale, avait été motivée par l'identification du gîte de ressource ayant servi à la sculpture de la Dame d'Elche, découverte confirmée par celle du buste de guerrier au lieu-dit *El Ferriol* en 2005, nous nous trouvions face à un phénomène plus vaste que prévu et qui nous offrait l'opportunité rare de travailler sur la dynamique d'exploitation d'un territoire sur une longue période. Le problème se présentait de manière d'autant plus complexe qu'aucun site archéologique majeur ne pouvait à notre connaissance être directement associé à aucune des cavités, qui elles-mêmes se présentaient sous une forme diffuse.³

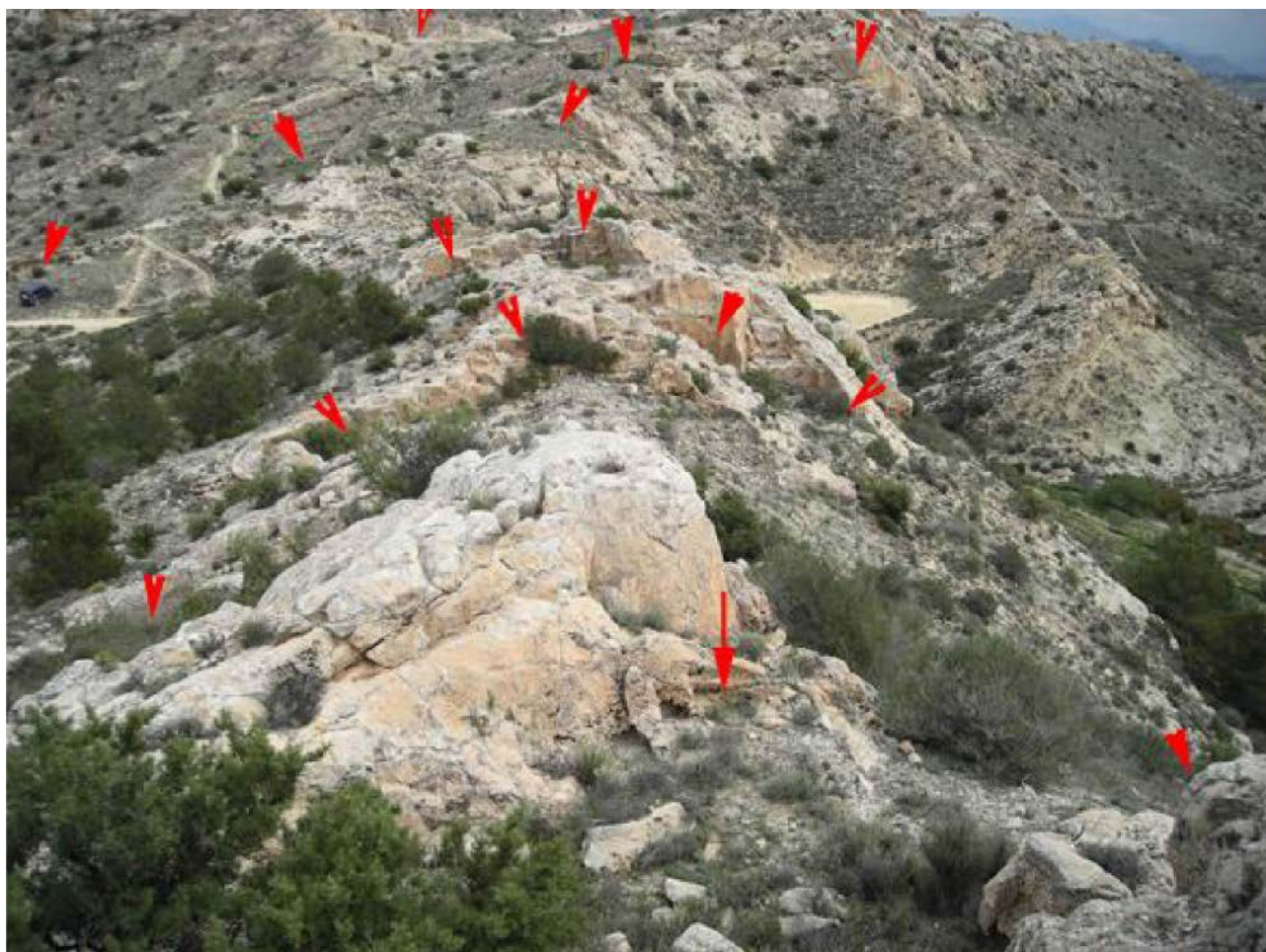


Figure 2. Photographie de la zone d'El Ferriol II depuis la crête du sud vers le nord avec indication des cavités correspondant à des exploitations potentielles (flèches rouges) (photo : L. Costa 2012).

2. La localisation de ces établissements a été réalisée à l'aide d'un GPS Garmin 45. Malgré la faible précision de ces pointages (10 à 20 m en planimétrie et 20 et 50m en altimétrie), nous avons pu disposer d'un premier ensemble de données nous permettant d'évaluer la densité de vestiges potentiels.

3. Contrairement aux grandes carrières de plein air étudiées : St Boil = Autun, Bois des Lens = Nîmes, carrière de la Couronne = Marseille, El Médol = Tarragone, pour ne citer que celles associées à un site majeur ; voir MONTHEL et LAMBERT 2002 ; BESSAC 1986.

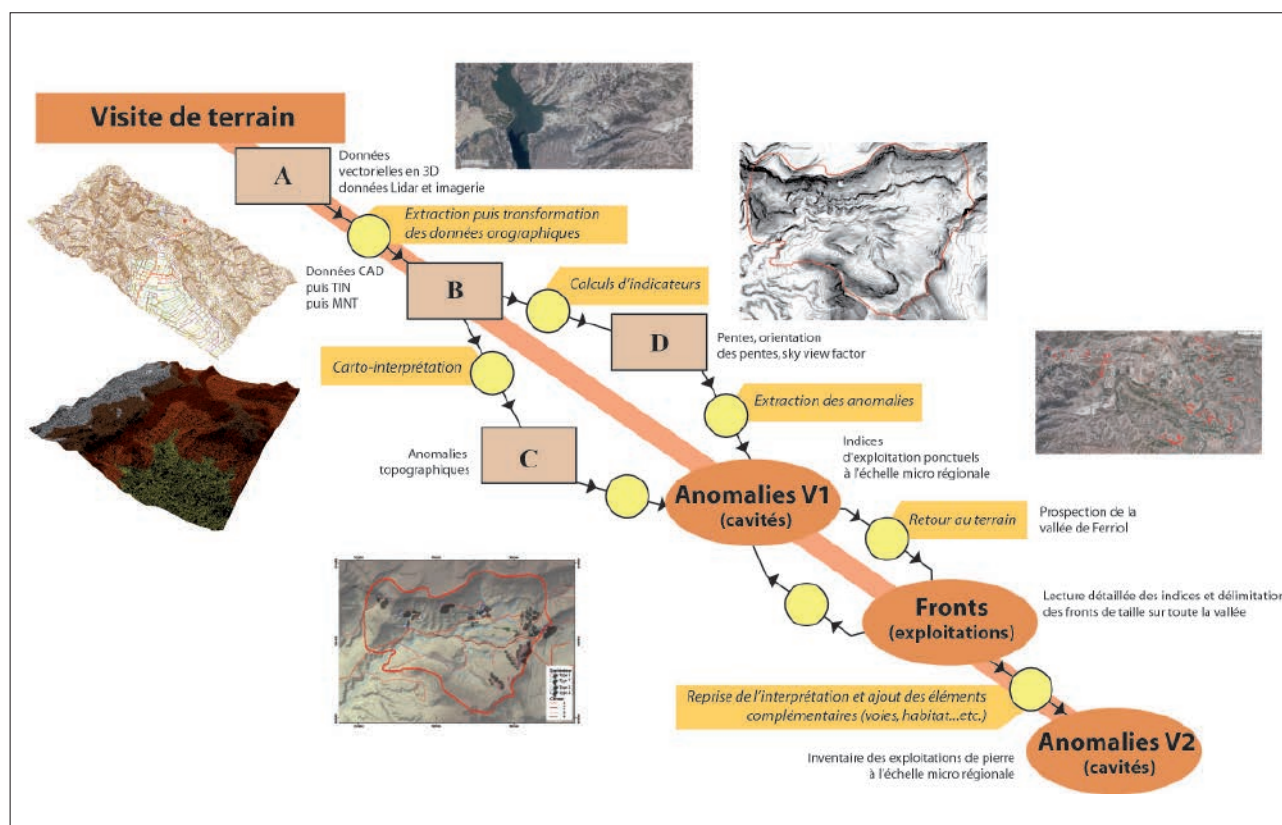


Figure 3. Le schéma de modélisation. Plusieurs étapes ont été suivies pour extraire les différents indices d'exploitation. Après la visite de terrain une chaîne de traitement a été mise en place incluant des étapes d'intégration et de transformation de données géographiques brutes (A, B, C, D) puis des étapes d'aller - retour entre la modélisation / interprétation documentaire et une approche de prospection et de relevés sur le terrain (image : L. Costa-ArScAn, janvier 2017).

Nous étions en présence de petits établissements sans hiérarchie visible dans leur organisation. Le nombre de ces cavités ainsi que notre méconnaissance du comportement global du phénomène sur le terrain rendaient complexe voire impossible le choix rationnel d'une zone à sonder (fig. 2).

Nous avons alors considéré les possibilités qu'offrait la modélisation et essayé de formaliser ce qu'était une carrière et un front de taille en identifiant les marques que pouvaient laisser ce type de cavités dans une topographie « normale ». Trois indicateurs qui nous semblaient dans un premier temps exploitables pour systématiser leurs repérages ont été définis :

- Discordance de pendage avec la tendance normale du pendage de la colline : front de taille plus ou moins marqué ;

- Anomalie de forme dans le développement « naturel » des courbes de niveau : forme de carré ou « patatoïde » ;
- Orientation divergente des fronts de taille par rapport à la tendance normale de la colline.

Ensuite, ces indicateurs ont été les guides pour une lecture systématique et formelle des données topographiques. Mentionnons ici l'opportunité qui nous a été offerte par la municipalité d'Elche de disposer d'une documentation précieuse : la carte numérique de la mairie d'Elche au 1/2000^{e4} qui s'est révélée d'une très grande qualité et qui nous a servi de base pour l'ensemble de notre travail. Un peu plus tard, et de manière complémentaire, un ensemble de données numériques LIDAR⁵ réalisé par l'IGN espagnol nous a permis d'affiner cette première approche et d'affiner

4. Réalisée en 2002 par les services de la mairie sur la base d'une photo-interprétation de clichés aériens de l'ICV au 1/2000^e, ce fonds livre des informations sur l'altimétrie, le réseau viaire, la toponymie, etc. avec une précision planimétrique centimétrique.

5. Le LIDAR est une technique de relevé par laserogrammétrie aéroportée. Pour notre étude, nous avons bénéficié de la couverture LIDAR réalisée par le *Ministerio de Formento*. D'une densité de points LIDAR de 0,5 m², il nous a été possible de modéliser un MNT avec un pixel fiable de 1 mètre. La précision en altimétrie de chaque point est évaluée à 0,2/0,3 m. Les données sont disponibles sur le site suivant : <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?sessionId=9CD792253A6ABF8FF07CF0A0E7ACA2B0#selectedSerie>. Voir BILODEAU et DEROIN, 2008 ; DEVEREUX, AMABLE et CROW, 2008.

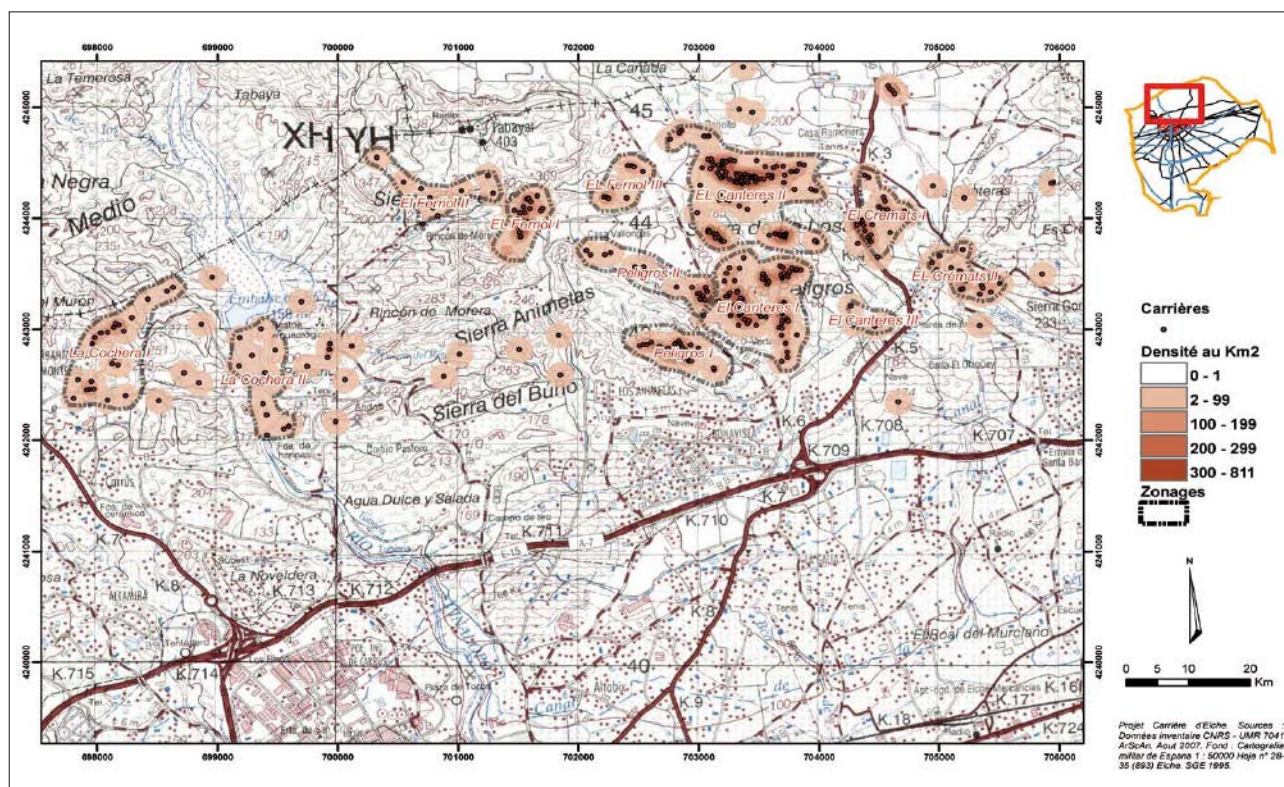


Figure 4. Le premier résultat de la modélisation (image : L. Costa-ArScAn, janvier 2017).

nos repérages par le calcul d'autres indicateurs⁶. Enfin, une série d'images aériennes haute définition de l'IGN espagnol nous a permis de compléter cette approche et de valider chacun des indices repérés par la modélisation et d'aboutir à un atlas des carrières au 1/5000^e reprenant la position de chaque indice de cavité et le tracé de chaque front d'exploitation supposé (fig. 3).

2. Les premiers résultats de la modélisation

À partir des 58 établissements repérés sur le terrain et regroupés sur nos trois zones de prospection, nous avons abouti à un premier *corpus* de 387 cavités non caractérisées. Morphologiquement, les longueurs des fronts d'exploitation de nos 365 indices vont de 8,8 m à 254,5 m. La moyenne des longueurs se situe à 43,70 m. La valeur médiane est de 34,2 et plus de 50 % des effectifs présentent une longueur comprise entre 8 et 45 m [classes 8 à 21 m (63) ; 21 à 33 m (108) et 33 à 45 m (78)]. Ainsi, cette première modélisation nous permettait d'avoir un aperçu global du phénomène dont l'étendue sur plusieurs centaines d'hectares confirmait nos impressions initiales : loin d'être anec-

dotique, le phénomène se développait sur l'ensemble du massif montagneux du *Tabayà* avec, de plus, des zones à très fortes densités autour d'*El Ferriol*, *Peligros*, *El Canteres* et *El Cremats* allant de 50 exploitations au km² jusqu'à presque 120 (fig. 4).

Bien sûr, il s'agissait d'une modélisation reposant sur l'analyse d'une documentation numérique sans que l'ensemble de la zone n'ait été parcouru, et dont la représentativité n'était pas assurée. Par conséquent, nous avons essayé d'évaluer les biais de notre démarche. Nous avons alors retenu la zone test d'*El Ferriol* (dont nous verrons ci-après qu'elle a été entièrement prospectée) afin de tester la robustesse du modèle. Conclusion : les cavités que nous connaissons ne figurent pas nettement sur le fond topographique au 1/2000^e, ni sur le modèle topographique LIDAR⁷, même si on détecte des anomalies topographiques à cet endroit. Mais on sait, par référence au théorème de Nyquist-Shannon⁸, qu'il est peu probable de repérer les anomalies dont la hauteur est inférieure à au moins deux fois la distance moyenne des mesures d'échantillonnage. C'est ainsi qu'avec des courbes isolignes espacées tous les deux mètres par exemple, les anomalies dont la hauteur est inférieure à 4 m ont peu de chances

6. Ombrage, Sky View Factor, LRM, etc.

7. Ou MNT pour « modèle numérique de terrain ».

8. <<http://www.Sciences.Univ-Nantes.fr/>> Théorème portant sur la fréquence d'échantillonnage : la fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de la fréquence du signal analogique. Si l'on se situe sous ce seuil théorique, il y a perte d'information.

de figurer dans l'échantillonnage de base et, donc, d'être repérées par analyse du modèle numérique issu de ces courbes. La question est la même pour les données LIDAR dont l'échantillonnage plus précis que les courbes mais relativement faible cependant ($0,2 \text{ pt/m}^2$) ne permet pas de modéliser un MNT d'une précision supérieur au pixel de $0,5/1 \text{ m}$ (ce qui est déjà en soi une précision remarquable).

En conclusion, tout ce qui présente une élévation inférieure à 2 m est donc potentiellement invisible. La campagne de prospection et de relevé topographique sur la zone d'El Ferriol a par ailleurs confirmé cette limite de l'approche par modélisation : d'une petite dizaine d'éléments repérés par analyse sur la zone d'El Ferriol II, l'analyse de terrain nous a livré plus de 30 cavités individualisées rien que sur la microzone des carrières supposées ibériques. Il n'en reste pas moins que tous les indices vus ont été confirmés par les visites de terrain et que cette méthodologie appliquée à toute la zone nord d'Elche (l'ensemble des 18 feuilles au 1/2000 du document de la mairie d'Elche et des 9 tuiles des données LIDAR que nous avons retenues) nous permet de disposer d'un premier inventaire donnant une idée assez juste des zones de densité et, par extrapolation, du *corpus* total des établissements. Au final, si l'on extrapole en fonction des constats établis précédemment, ce ne sont pas seulement 365 indices

de cavités repérés par modélisation qu'il faut prendre en compte pour comprendre les modalités de fonctionnement de ce système dont l'étendue correspond grosso modo au massif du *Tabayà*, mais une réalité probable de 4 à 5 fois supérieure associant à quelques établissements de moyenne taille une majorité de petits établissements.

3. Retour sur le terrain pour préciser la modélisation : le relevé systématique de la vallée d'El Ferriol

Une fois ce potentiel d'étude perçu, et en l'absence de tout autre élément datant probant, il restait encore à voir si la morphologie de ces établissements pouvait nous permettre d'établir une chronologie relative et ainsi de comprendre l'évolution de ce système et la dynamique dans le temps de cet espace. La campagne de 2009 a été l'occasion d'un retour sur le terrain pour explorer en profondeur la vallée d'*El Ferriol* constituant une sorte d'ensemble clos représentatif et sur lequel nous avons choisi d'approfondir l'approche morpho-spatiale (fig. 5).

La zone considérée correspond à un bassin versant d'une longueur de 920 m environ du nord vers le sud, sur une largeur approximative d'est en ouest

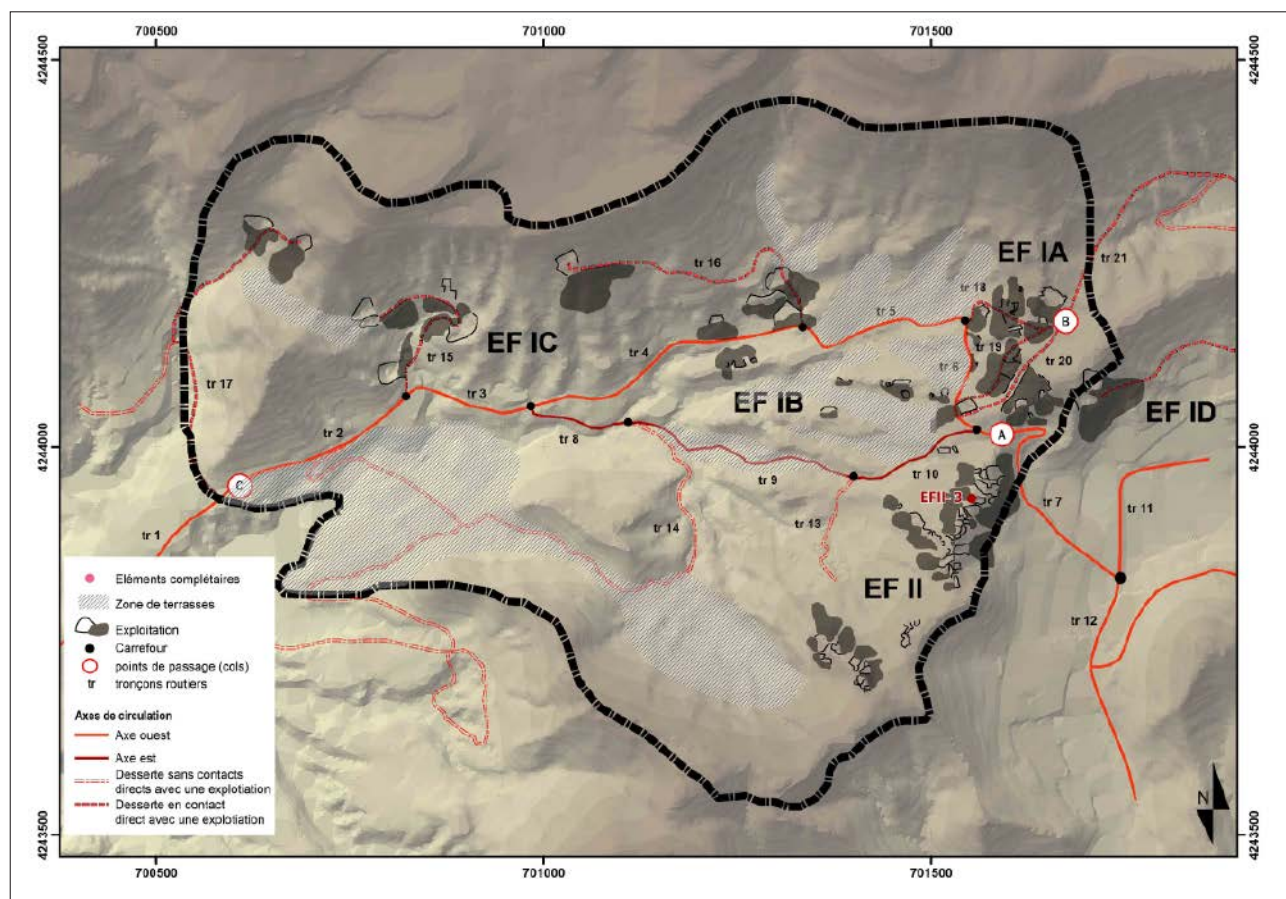


Figure 5. La zone d'*El Ferriol* après prospection pédestre systématique (image : L. Costa-ArScAn, janvier 2017).

de 1 200 m. Celle-ci est constituée de coteaux généralement abrupts (pente moyenne de 19 %, la moitié du terrain présentant une pente supérieure à 15 %), et l'ensemble se trouve à une altitude comprise entre 180 et 360 m. La zone est globalement orientée d'est

en ouest, et par commodité, nous distinguons au nord *Ferriol I* et au sud *Ferriol II*, les deux secteurs séparés par une route, grossièrement nord/sud, et en grande partie contemporaine. L'intégralité du terrain a été parcourue et chacune des cavités identifiées a fait l'ob-

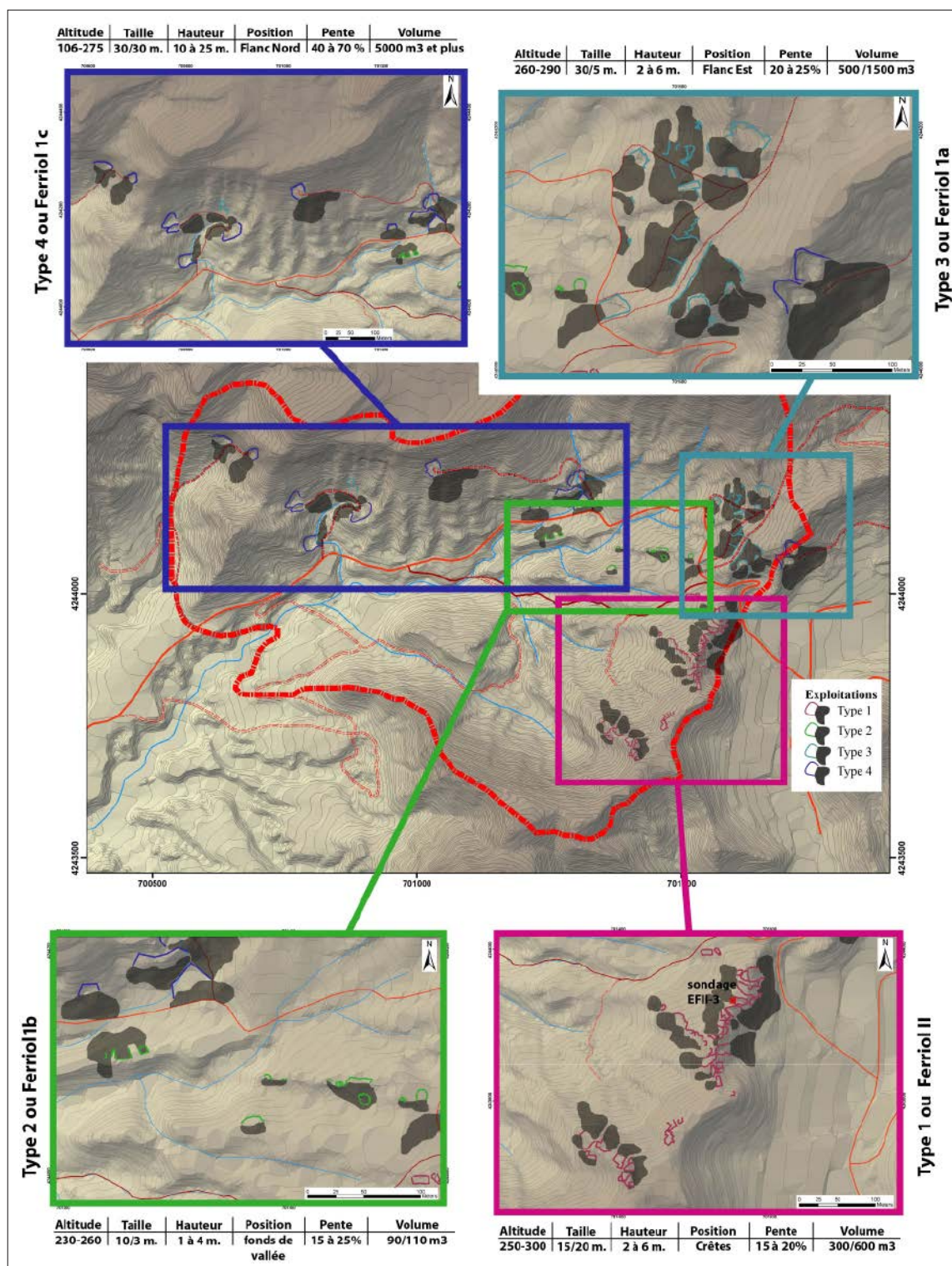


Figure 6. Les différents types et leurs morphologies (image : L. Costa-ArScAn, janvier 2017).

jet d'une opération de relevé direct sur le terrain⁹. Le bilan de cette phase de travail a été le suivant :

- 101 cavités ont été individualisées. Ce sont les fronts d'exploitation qui ont été reportés dans la base de données sous la forme d'une ligne. Ces fronts peuvent être associés à une zone correspondant à un cône de déblais ;
- Les éléments ponctuels associés sont au nombre de huit. On trouve un abri, un bloc isolé remarquable, une ébauche de sculpture de guerrier casqué d'époque ibérique (voir bibliographie *infra*), deux citernes, une forge, une maison, un treuil et une vasque ;
- Les voies d'accès : leur relevé a d'abord été réalisé sur la base du 1/2000^e, puis les tracés ont ensuite été parcourus sur le terrain pour validation et modification éventuelle.

4. Éléments pour une analyse de la répartition spatiale des établissements

Après analyse de ces établissements¹⁰, au moins quatre types d'exploitations peuvent être différenciés (fig. 6) :

Les exploitations du « Type 1 » ou Ferriol II sont des exploitations de sommet qui semblent être les plus anciennes. Elles se regroupent dans l'est de la zone de prospection et s'organisent généralement sous la forme de chapelets de cavités opposés sur les parties sommitales ou des exploitations de flancs. Elles sont toutes situées entre les altitudes 250 et 300 m. Les dimensions de ces exploitations restent sensiblement identiques : 10 à 15 m de large pour une longueur de 15 à 20 m avec un front d'exploitation allant de 2 à 9 m et une hauteur visible moyenne de 4 à 6 m (soit une volumétrie moyenne extraite estimée d'environ 300 à 600 m³). Les dimensions des blocs extraits sont généralement petites : 0,4/0,4/0,9 m en moyenne. En certains endroits, l'exploitation est très opportuniste car liée à des accidents géologiques internes. Les cônes de déblais qui sont généralement associés se développent sur des espaces d'une longueur allant de 25 à 50 m. Les rejets des déchets sont observables de part et d'autre de la crête. Notons aussi qu'aucune de ces carrières ne vient empiéter sur la suivante, ce qui prouve qu'il existait une gestion stricte de concessions et une exploitation successive dans le temps comme l'ont montré les sondages réalisés dans *EFII-3*. Malheureusement, ces sondages n'ont pas donné de matériel datant probant.

Les exploitations de « Type 2 » ou Ferriol 1b sont les exploitations basses ou de fonds de vallée. Regroupées

dans la partie centrale de la zone prospectée entre les altitudes 230 et 260 m, elles sont toutes de petites tailles (de 9 à 17 m en largeur pour une profondeur de 2 à 4 m en moyenne, avec un volume d'extraction estimé de 90 à 110 m³) et se différencient des précédentes par le type de module extrait, légèrement supérieur (0,4/0,4/1 m en moyenne), et par leur organisation où les fronts d'exploitation visibles sont peu élevés (entre 0,5 et 2,5 m). Elles sont aussi associées à des aménagements (plateforme, murets) facilitant les opérations complémentaires à l'exploitation directe de la pierre. Leur proximité immédiate avec les voies va également dans ce sens.

Les exploitations du « Type 3 » ou Ferriol 1a sont pour la plupart regroupées dans le nord de la zone prospectée, sur la face sud de la colline à une altitude allant de 260 à 290 m. Avec des fronts d'exploitation plus systématiques et d'une grande régularité, les blocs exploités sont de taille plus importante que ceux du type 1 (1,7/0,9/0,5 en moyenne). Les fronts peuvent être de différentes longueurs, entre 30 et 130 m, et d'une hauteur visible de 3 à 6 m (pour une largeur moyenne de 16 m et une longueur de 30 m, soit un volume d'exploitation de 500 à 1500 m³). Elles sont à proximité du chemin principal sur lequel elles donnent. Les cônes de déblais associés viennent s'étaler sur une longueur d'une quarantaine de mètres autour des exploitations et sont constitués de modules plus gros que les deux précédentes. Ce groupe montre une organisation spatiale rigide qui permet de croire aussi en la présence d'une suite de concessions fermières solidement réglementées.

Les « Type 4 » ou Ferriol 1c sont les exploitations les plus récentes. Elles sont réparties sur la pente ouest de la zone prospectée. Elles s'organisent en chapelets de deux à quatre exploitations autour d'un chemin de desserte qui rejoint l'axe principal de la vallée. De grande taille, certaines peuvent avoir des dimensions impressionnantes avec des fronts d'exploitation dont les hauteurs visibles peuvent varier entre 10 et 25 m (soit un volume d'exploitation estimé de 9 000 m³). Elles sont associées à des aménagements complémentaires (citerne, maisons, treuils, forge, quais, voies de chargement, etc.). Deux de ces carrières montrent même des traces d'exploitation à la mine. Le matériel d'exploitation est resté sur place pour l'une d'elles avec, en particulier, le treuil de tirage, deux quais de chargement et les traces des câbles de halage. Sur l'autre, la maison de comptage ou abri d'atelier (forge ?) subsiste. Nous avons associé à ce même ensemble les carrières dites de Santa Maria dont les deux fronts s'ouvrent

9. Toute la chaîne de collecte de l'information a été gérée à l'aide d'un GPS GlobalSat portable couplé à un Pocket PC Dell X51. La précision des mesures, de l'ordre du mètre, nous a permis de constituer une base de données utilisable pour des cartographies allant jusqu'au 2000^e.

10. Position, taille, front d'exploitation, forme, nature et taille des blocs extraits, aménagements associés, volumes évalués.

Type	Position Alti (Z).	Taille moy. (m)	Hauteur moyenne	Position	Pente	Taille moy. des blocs (m)	Volume extrait (m ³)	Ancienneté relative
Type 1	250-300	15 x 20	2 à 6 m	Crêtes et flanc sud	15 à 20 %	0,4 / 0,4 / 0,9	300 à 600	1
Type 2	230-260	10 x 3	1 à 4 m	Fonds de vallée	15 à 25%	0,4 / 0,4 / 1	90 à 110	2 ? 3 ?
Type 3	260-290	30 x 5	2 à 6 m	Flanc est	20 à 25 %	1,7 / 0,9 / 0,5	500 à 1500	2
Type 4	106-275	30 x 30	10 à 25 m	Flanc nord	40 à 70 %	0,6 / 0,6 / 1,2	5000 et plus	3

Tableau 01 : synthèse des mesures moyennes.

sur l'est, au-delà de la crête du vallon, sur le flanc rocheux de la pente ouest de la grande vallée qui débute à l'est du premier ensemble.

Ce qui ressort de ce premier niveau d'analyse est la cohérence des types, tant pour leurs caractéristiques morphologiques que pour leurs positionnements. Il est à noter qu'aucun de ces fronts d'exploitations ne vient se superposer ou couper une exploitation préexistante. On trouve des unités très bien marquées dans l'espace avec une différenciation nette des zones qui peut laisser penser qu'un mode d'organisation spécifique caractérisait les exploitations d'*El Ferriol* et que ce mode d'organisation était suffisamment fort pour perdurer dans le temps. Si l'observation de la répartition et de la morphologie de ces établissements a permis de distinguer et de proposer des premières pistes d'organisa-

tion de cet espace, il est en revanche plus difficile de travailler sur la chronologie de ces établissements car peu d'éléments probants permettant de dater viennent enrichir cette analyse.

5. Finalement, une typo-chronologie est-elle possible ?

Actuellement les exploitations de type 1 sont associées à la sculpture ibérique trouvée à proximité et elles sont donc considérées comme les plus anciennes. Cependant rien dans le sondage que nous avons effectué sur l'une d'elles (*EFII-3*) ne nous apporte des éléments permettant de certifier cette ancienneté. À l'autre extrémité, les exploitations de type 4 sont associées pour

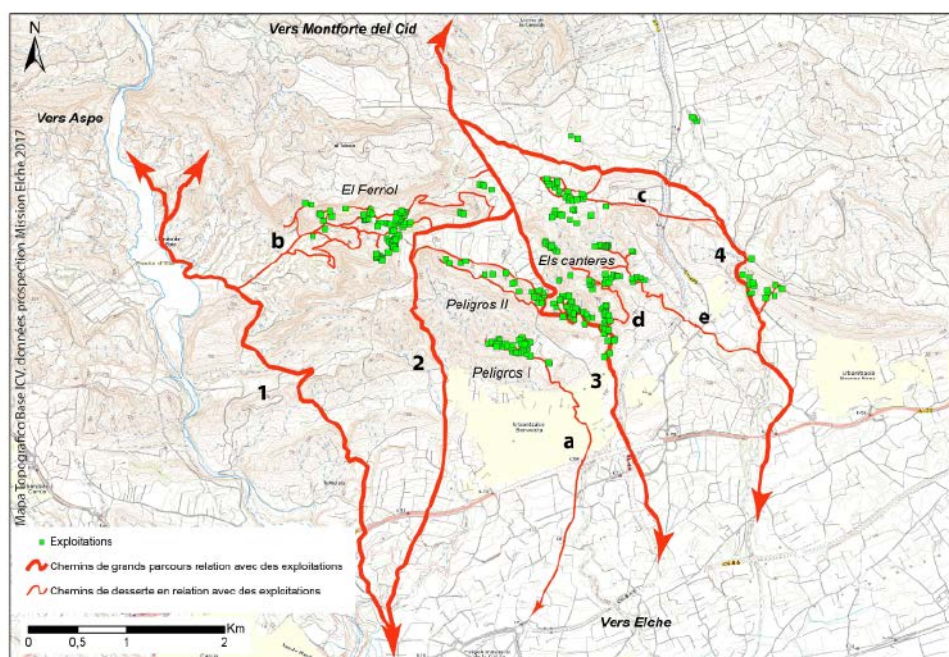


Figure 7. Les voies dans la zone d'extraction (image : L. Costa-ArScAn, janvier 2017).

la plupart à des aménagements pour certains modernes et contemporains (treuils en métal, maison utilisée jusque dans les années 1930-40). On peut cependant penser que certaines de celles-ci peuvent se révéler plus anciennes et qu'une attribution à la période moderne (voir antérieure) n'est pas absurde. La question est de même nature pour les types 2 et 3 auquel aucun élément véritablement datant n'est associé. Cependant, la présence de certains petits indices (vasque, présence d'ébauche de colonnette) ou encore l'organisation des établissements de type 3, peut aller dans le sens d'une datation plutôt ancienne (période antique ?). En l'état actuel il est donc difficile de pousser plus loin l'analyse chronologique. La seule chose qui semble évidente est longue durée de ce système qui perdure sur plusieurs siècles en modelant le paysage qui l'environne. Par ailleurs, l'exploitation de la pierre n'était selon nous pas exclusive car, si la vallée d'*El Ferriol* a fait l'objet d'une exploitation intensive du calcaire, elle était clairement exploitée du point de vue agricole et nous disposons à ce sujet de quelques contrats de location montrant l'association des deux activités. Des terrasses permettant une mise en valeur agricole de ces espaces sont encore visibles à la fois sur le terrain, sur l'image aérienne de 1945 ou repérables sur le LIDAR. Elles démontrent que toutes les micro-vallées étaient exploitées. Il est difficile là aussi d'associer ces structures en terrasses à une période précise.

Pour conclure, une question reste en suspens : l'habitat. À l'exception d'une niche et peut-être d'une structure circulaire très difficile à lire dans la zone d'*EFL*, aucune trace d'habitat n'a été mise au jour dans la zone d'*El Ferriol*. Ici, un manque de documentation ne semble pas être une explication suffisante. Faut-il en déduire que les carriers n'habitaient pas sur place ou dans des habitats temporaires (tentes, cabanes en matériaux périssables) ? L'analyse des voies de circulation nous donne maintenant quelques pistes (fig. 6-7).

6. La circulation des hommes et des pierres : *El Ferriol* ou la pierre qui bouge (fig. 5 et 7)

Deux axes principaux structurent l'espace de la vallée : un axe nord-ouest et un axe sud-est. L'axe nord-ouest est aujourd'hui l'axe le plus important. Il est encore partiellement carrossable. Il est associé aux aménagements modernes (citernes, forge). Il est aussi très clairement associé aux exploitations de type 4 au moins dans la première partie de son tracé (tr1, tr2, tr3, tr4, tr5) et les voies secondaires de desserte des exploitations modernes viennent s'y rattacher. La seconde partie du tracé de cet axe (tr6 et tr7) se révèle d'une lecture plus complexe. Le tracé actuel fait un angle de 90° vers le sud devant les exploitations de type 3 pour

rejoindre le col A et descendre ensuite vers le chemin actuel. L'examen de la voie au niveau de ce col (tr7) semble montrer que ce passage est relativement récent (début du siècle au plus). Outre les aménagements et les terrassements massifs nécessaires à sa mise en place, la comparaison avec les autres tronçons de voie présents dans la vallée montre une morphologie différente des autres tronçons. En effet, le tronçon actuel qui permet de descendre dans la vallée est situé dans une zone dont la pente est anormalement forte pour des voies de ce type (pente de 60 %). Par ailleurs ce même tracé coupe systématiquement les cônes de déblais des exploitations adjacentes. Enfin, toujours dans le même sens, les exploitations du type 2 et du type 1 ne semblent pas être organisées en fonction de ce tracé et aucune voie de desserte ne semble venir s'y raccorder.

À côté de cet axe récent, la prospection de terrain a permis de dégager trois autres tracés qui serpentent entre les établissements de type 2 (tr 19, tr20, tr 18) et semblent en structurer au moins partiellement l'organisation (surtout pour le tr 20). Ces trois tracés rejoignent un autre point, le col B, pour ensuite se dégager vers la vallée suivante plus au nord (tr 21) donnant ainsi une morphologie différente de la circulation au sein de la vallée pour les périodes anciennes.

Si on élargit maintenant l'échelle de travail pour se replacer dans son espace micro-régional et pour travailler sur l'accessibilité en analysant des distances pondérées par les pentes pour disposer d'une carte des temps de parcours depuis la vallée d'*El Ferriol* vers l'extérieur, on voit apparaître plusieurs éléments. D'abord les différents centres d'habitat (villageois, villes etc.) sont à des distances finalement relativement proches et « parcourables » en des temps relativement acceptables (moins d'une journée). Autre point à noter : les différentes zones d'exploitation sont circonscrites dans un espace qui les situe très proches les unes des autres. On peut ainsi imaginer qu'un ouvrier peut passer d'une zone à l'autre sans trop de problèmes et que cet espace a été géré dans sa globalité. L'habitat, même s'il était frustré, pouvait donc être ailleurs dans les vallées voisines où des cabanes en pierre sèche ont été repérées, notamment à *El Canteres*.

Au sein de cet espace se déploient une série d'axes de circulations pour certains probablement anciens et marqués par des ornières, preuves de leur utilisation intensive au fil du temps, les plus visibles et impressionnantes étant situées à *El Canteres*. L'analyse de la morphologie de ces tracés permet en outre de dégager 2 grands types d'axes : des axes principaux (1-2-3-4) espacés d'est en ouest tous les 2/3 km, et qui traversent la zone du nord au sud en desservant les différentes concentrations d'exploitations ; des axes secondaires uniquement raccordés à des zones d'exploitations et qui les desservent depuis les axes principaux. Deux axes de dégagements possibles vont

vers le nord pour se concentrer au nord d'*El Ferriol* en direction de *Monforte del Cid*. Vers le sud, 4 axes semblent converger pour rejoindre une voie (l'actuelle CV84) qui aboutit au nord d'*Elche*, à un ancien point de passage du *Vinalopó*.

Cette organisation selon des axes nord/sud, si elle suit une structure géologique naturelle, a aussi été aménagée par Rome dont on sait qu'une voie, la *Via Augusta*¹¹, passait dans le massif du *Tabayà*. Sa localisation reste à préciser au regard du faisceau de chemins qui traversent le massif sans qu'il soit possible de décider si l'un ou l'autre des chemins peut correspondre à cette voie.

La pierre devait donc très certainement être acheminée dans ces deux directions pour aller soit vers *Monforte*, soit vers Elche avant d'être distribuée soit par mer, soit par terre. L'absence totale d'anciennes voies d'eau permanentes navigables indique selon nous des transports par voies terrestres et, à l'exception de ce qui aurait pu partir par voie maritime, impose une diffusion probablement assez locale de ces matériaux.

Conclusion

L'image qui se dégage de cette analyse multi-scalaire est celle d'un paysage constitué autour d'un système d'exploitation complexe des milieux où ont cohabité des dynamiques temporelles et spatiales multiples :

Des dynamiques temporelles courtes correspondant par exemple aux durées de vie de chacune des exploitations et qui, au vu d'autres exploitations anciennes connues, ne peut être que d'une durée brève (rien de comparable à *El Mèdol* de Tarragone par exemple). On a clairement à *El Ferriol* un système basé sur la gestion d'unités de petite ou moyenne taille jamais remployées et sans rapport avec un programme de construction identifié¹².

Une dynamique temporelle longue, avec une durée d'exploitation sur plus de 2 500 ans de cette même zone. L'existence de ce secteur d'exploitation, qui perdure d'une génération à l'autre, a impliqué la mise en place de voies et de flux de circulation qui s'organisent et permettent d'écouler la production locale dans l'espace micro-régional. Ces circulations qui existent encore aujourd'hui sont le support des nombreux promeneurs qui parcourent la zone tout au long de l'an-

née. Cette exploitation longue ne peut que reposer sur un système très largement réglementé inscrit peut être dans les traditions locales.

Finalement, cette étude montre que ce type de système ne peut se comprendre que dans la complexité en associant agriculture/pacage/exploitation de la pierre et en jouant sur de multiples échelles¹³.

Pour conclure sur un point méthodologique, les différentes étapes de notre analyse ont été liées à la disponibilité de ressources numériques (données LIDAR et imagerie aérienne de haute résolution). La mise à disposition dans le cadre d'une politique nationale par l'État espagnol de ces ressources peut permettre aujourd'hui de systématiser ce type d'approche dans d'autres régions d'Espagne, et rend la méthode actuellement mise au point sur la zone d'*El Ferriol* applicable à d'autres sites. Il s'agit là d'une évolution majeure de la transformation numérique de nos approches que de permettre ces études qui s'appuient sur ce qui est aujourd'hui appelé les « big data » et qui permettent d'appréhender l'espace d'une manière impossible auparavant. Les changements liés à cette numérisation de masse n'en sont qu'à leurs débuts et les résultats que l'on peut extraire de ces données sont encore à venir. Il n'en reste pas moins que si nos méthodologies archéologiques et historiques se transforment et nous mènent vers des approches plus formelles en utilisant de plus en plus toutes les ressources et la puissance de calcul de nos équipements informatiques, le recours au terrain et à l'expertise restent l'approche de base qui permet et permettra demain encore aux archéologues et aux historiens de caractériser ces éléments que les traitements informatiques permettent de dégager.

Bibliographie

- BESSAC, Jean-Claude (1986), « Carrières antiques du Bois des Lens (Gard). Inventaire préliminaire. », *Revue archéologique de Narbonnaise*, 19, pp. 159-182.
- BESSAC, Jean-Claude (1999), « Pierres de taille : archéologie et technique », dans J.-C. BESSAC *et al.*, *La construction. Les matériaux durs : pierre et terre cuite*, pp. 7-49, Paris, Errance.
- BILODEAU, Christian, DEROIN, Jean-Paul (2008), « Le principe du LiDAR, son utilisation et ses limitations en archéologie », *Archéopages*, 23, pp. 65-68.

11. SILLIÈRES, 1977 ; SILLIÈRES, 1990, p. 339 ; MOROTE, 2002.

12. Le peu de matériaux retrouvés dans les zones environnantes va dans ce sens ; l'absence même pour les périodes récentes de contrats d'exploitation en archives mais des contrats anciens sur la zone pour le pacage ; l'absence d'empiètement d'une carrière sur l'autre..., etc.

13. INGOLD, 1993.

- DEVEREUX, Bernard J., AMABLE, Gabriel S., CROW, Peter (2008), « Visualisation of LiDAR terrain models for archaeological feature detection », *Antiquity*, 82, pp. 470-479.
- GAGNAISON, Cyril, MONTENAT, Christian, BARRIER, Pascal, ROUILLARD, Pierre (2007), « L'environnement du site ibérique de La Alcudia et les carrières antiques de la Dame d'Elche (Province d'Alicante, Espagne) », *ArcheoSciences, revue d'Archéométrie*, 31, pp. 59-78.
- GAGNAISON, Cyril, MONTENAT, Christian, ROUILLARD, Pierre, MORATALLA, Jesús, TRUSZKOWSKI, Elisabeth (2006), « Une ébauche de sculpture ibérique dans les carrières de la Dame d'Elche », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 36 (1), pp. 153-72.
- INGOLD, Tim (1993), « Task Landscape », *World Archaeology*, 25 (2), Conceptions of Time and Ancient Society, pp. 152-174. [ou bien "The Temporality of the Landscape"?]
- MONTENAT, Christian, MORATALLA, Jesús, ROUILLARD, Pierre, TRUSZKOWSKI, Elisabeth (2006), « Au pays de la Dame d'Elche, la carrière et l'ébauche de buste de El Ferriol (Elche, Alicante) », *CRAI*, pp. 241-253.
- MONTHEL, Gérard, LAMBERT, Pierre-Yves (2002), « La carrière gallo-romaine de Saint-Boil (Saône-et-Loire) », *Gallia*, 59, pp. 89-120.
- MOROTE BARBERA, Guillermo (2002), *La vía Augusta y otras calzadas en la Comunidad Valenciana*, Valence, 2002.
- SILLIÈRES, Pierre (1977), « Le "camino de Anibal", itinéraire des gobelets de Vicarrello, de Castulo à Saetabis », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, XIII, 1977, p. 31-83.
- SILLIÈRES, Pierre (1990), *Les voies de communication de l'Hispanie méridionale*, Publications du Centre Pierre Paris, 20, Paris.

LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN LAS CANTERAS DEL ENTORNO DE *CARTHAGO NOVA**

Juan Antonio Antolinos Marín

José Miguel Noguera Celdrán

Begoña Soler Huertas

*Grupo de Investigación Arqueología Histórica y Patrimonio del Mediterráneo Occidental,
Universidad de Murcia*

Resumen

En los últimos años hemos desarrollado una importante tarea de recopilación, estudio y clasificación de canteras antiguas localizadas dentro de los límites territoriales de la Región de Murcia. El estudio integral de los focos extractivos documentados nos ha permitido realizar un primer avance sobre los sistemas y las estrategias de explotación, las técnicas extractivas y la organización de la producción de materiales lapídeos en las canteras del entorno de *Carthago Nova*.

Palabras clave: canteras romanas, materiales, técnicas de explotación, Región de Murcia.

Resumé

Dans les dernières années, nous avons accompli une tâche importante de compilation, étude et classification des anciennes carrières situées dans les limites territoriales de la Région de Murcie. L'étude intégrale des sites extractifs documentés nous permet de faire une première présentation des systèmes et des stratégies d'exploitation, des techniques d'extraction et de l'organisation de la production de matériaux en pierre dans les carrières environnant *Carthago Nova*.

Mots clés : carrières romaines, matériaux, techniques d'exploitation, Région de Murcia.

* Este trabajo se enmarca en los proyectos de investigación «Perduración, reutilización y transformación en *Carthago Nova*, *Valentia* y *Lucentum*» (HAR2015-64386-C4-2-P) y «*Officinae lapidariae* Tarraconenses. Canteras, talleres y producciones artísticas en piedra de la Provincia Tarraconensis» (HAR2015-65319-P), financiados por la Secretaría de Estado de Investigación (Dirección General de Investigación y Gestión del Plan Nacional de I+D+i) del Ministerio de Economía y Competitividad.

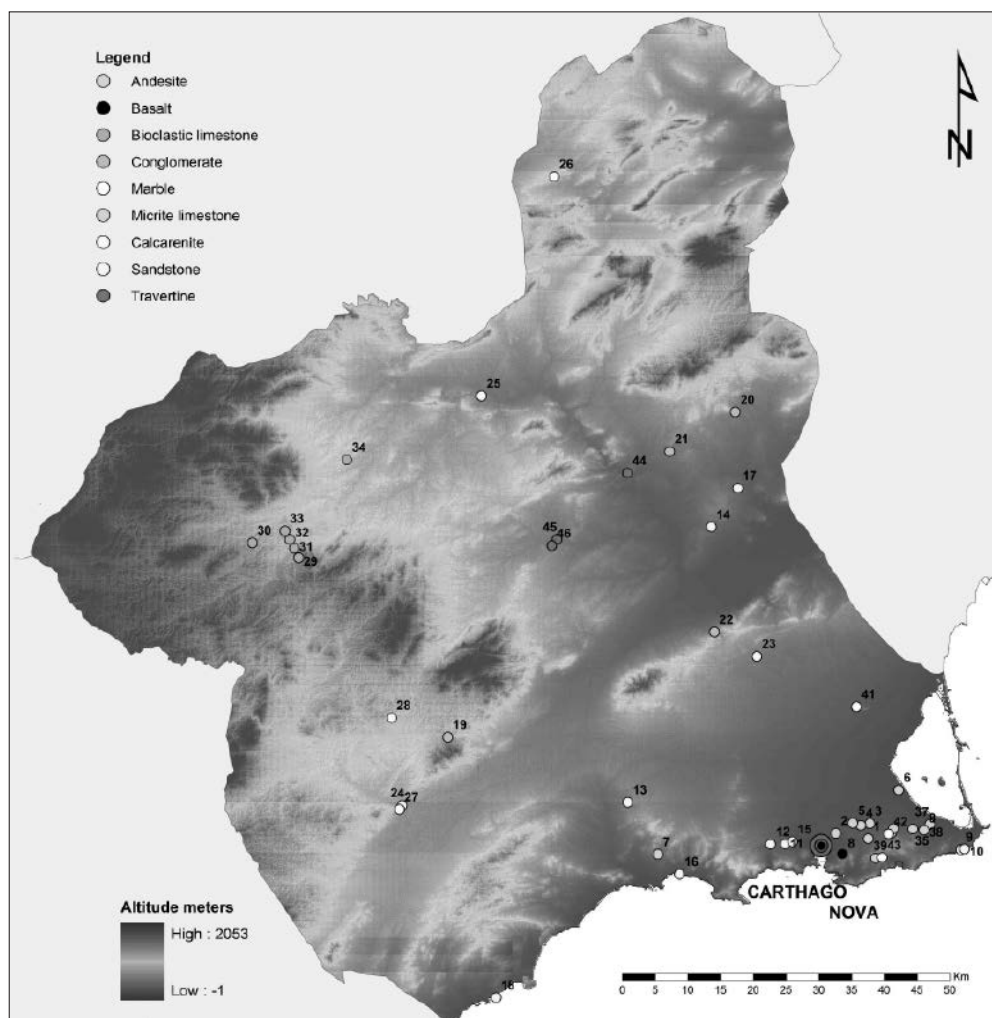


Figura 1. Canteras históricas de la Región de Murcia (España). 1. Cabezo Agudo; 2. Cabezo Beaza; 3. Cabezo de la Atalaya; 4. Cabezo Otahonero; 5. Cabezo Ventura; 6. El Carmolí; 7. Ladera Mala; 8. Cabezo de la Viuda; 9. Calblanque; 10. Calblanque II; 11. Canteras; 12. Cuesta del Cedacero; 13. Fuente de la Pinilla; 14. Las Canteras; 15. Loma de Canteras; 16. Playas del Mojón; 17. Sillares; 18. Punta del Cigarro; 19. Barranco de las Canteras; 20. Sierra del Baño; 21. Comala; 22. Rambla del Puerto; 23. Casas del Arcellón; 24. Castillo de Lorca; 25. Fuente del Borbotón; 26. Iglesia de Santiago; 27. Murviedro; 28. Torralba; 29. Barranco de los Canteros; 30. Cabezuela de Barranda; 31. Cerro de la Ermita de la Encarnación; 32. Cueva Negra; 33. Villaricos; 34. Poyo Miñano; 35. Cabezo de San Ginés; 36. Cabezo de Trujillo; 37. Cabezo Mingote; 38. El Sabinar; 39. Las Colmenas; 40. Las Matildes; 41. Cabezo Gordo; 42. Rambla de Trujillo; 43. Rambla del Abenque; 44. Baños de Archena; 45. Cerro de la Almagra; 46. Cerro del Castillo. Fuente: J. M. Peñas, J. A. Antolinos y B. Soler.

El estudio de las canteras documentadas en la Región de Murcia (fig. 1) permite definir los métodos y las técnicas de explotación de sus recursos pétreos durante la Antigüedad, así como las herramientas empleadas en dicha actividad y en los procesos de desbaste de los bloques extraídos. Tal y como expondremos a continuación, pueden establecerse unos parámetros generales de extracción para las canteras antiguas del entorno de *Carthago Nova*, aunque también existe una serie de particularidades con relación al tipo de roca

que explotaron los antiguos mineros, sin duda alguna debido a las características físicas de los materiales beneficiados.

Todas las canteras catalogadas a día de hoy fueron explotadas por el sistema denominado en minería de «a cielo abierto», a pesar de que también pudieron realizar la actividad extractiva mediante excavaciones subterráneas; este fue el segundo y último método general de explotación empleado en el aprovisionamiento de materiales constructivos en la Antigüedad,¹ pero no

1. Sobre ambos sistemas de explotación: DUBOIS, 1908; MARTIN, 1965, pp. 146-155; FORBES, 1966, pp. 167-182; ORLANDOS, 1968, pp. 15-20; WARD-PERKINS, 1971; DWORAKOWSKA, 1975; DWORAKOWSKA, 1983, pp. 118-165; ADAM, 1984, pp. 23-42; GINOUVÈS, MARTIN, 1985, pp. 77-81; BESSAC, 2003.

tenemos constancia alguna del mismo en las canteras del sureste peninsular.²

En las canteras a cielo abierto podemos diferenciar dos tipos de explotación atendiendo a la progresión de las labores extractivas: en extensión y de forma horizontal o subhorizontal, y en profundidad o de forma vertical o subvertical. Asimismo, tenemos ejemplos de canteras donde se desarrollaron ambos sistemas extractivos, es decir, una explotación «mixta» que permitía el avance de las labores tanto en extensión como en profundidad. Los canteros antiguos emplearon, por consiguiente, diferentes métodos y estrategias de explotación dependiendo de las particularidades geofísicas y orográficas de la masa rocosa objeto de beneficio. En este sentido, entre las principales estrategias de explotación definidas por J.-C. Bessac (2003) para la extracción de piedras de talla y rocas marmóreas, en el sureste peninsular encontramos diversos ejemplos correspondientes a extracciones extensivas, intermedias e intensivas,³ si bien es cierto que en ocasiones las canteras fueron objeto de la combinación de dos o más estrategias a la vez.⁴

1. Las explotaciones extensivas, esencialmente de carácter superficial, se documentan en rocas sedimentarias miocénicas, como en el caso de la cantera de arenisca localizada en la ladera oriental de la Sierra del Baño, donde se han hallado extracciones en extensión

de progresión horizontal y subhorizontal –con un suave buzamiento que ronda los 15°– concentradas en una superficie de *ca.* 3 ha (fig. 2).⁵ También en las canteras de caliche y conglomerado de Torralba (Lorca) existen evidencias de este mismo tipo de explotación, al igual que en las dunas fosilíferas de Calblanque, si bien con la particularidad de encontrarse de forma dispersa sobre una suave elevación orográfica discontinua de 1,3 km de longitud y 250 m de anchura máxima.

Estas extracciones extensivas desarrolladas de forma dispersa se deben a la maestría de los canteros para explotar en el afloramiento aquellos sectores o estratos superficiales de mayor calidad,⁶ o bien los más ventajosos para extraer un tipo de material determinado, como en el caso de las canteras de andesita del Cabezo de la Atalaya, cuya explotación dispersa estuvo condicionada por las características geofísicas de la masa rocosa, es decir, en las zonas donde esta se localizaba más compacta y uniforme se extrajeron grandes bloques y sillares, mientras que los pequeños mampuestos y bloques irregulares se beneficiaron en las áreas afectadas por un importante diaclasado.⁷

En cualquier caso, resulta significativo destacar el aprovisionamiento de materiales de construcción en estado natural, concretamente mediante la recolección en superficie de fragmentos de rocas y minerales de diverso formato disgregados por la acción en el re-



Figura 2. Canteras de la Sierra del Baño (Fortuna). Explotación en extensión y en progresión horizontal. Fuente: J. A. Antolinos.

2. Las únicas «labores» subterráneas documentadas las encontramos en las canteras de arenisca de Canteras, si bien aquellas fueron ejecutadas con otros fines, casi con toda probabilidad para habilitar zonas destinadas al almacenamiento de herramientas y enseres de los canteros, o bien para uso doméstico y albergue de los operarios, ya que se trata en todos los casos de «cuevas artificiales» de reducidas dimensiones.

3. Además de estas tres estrategias de explotación, señala una cuarta relacionada con las excavaciones subterráneas (BESSAC, 2003, pp. 30-32).

4. Tal es el caso de algunas canteras documentadas en el *conventus Tarraconensis* (GUTIÉRREZ GARCIA-M., 2014, pp. 320-321).

5. Estas canteras podrían identificarse con el tipo extensivo lineal (BESSAC, 2003, p. 25).

6. BESSAC, 2003, pp. 24-25.

7. SOLER *et alii*, 2014, pp. 295-296.



Figura 3. Canteras del Cerro de la Almagra (Mula). Desprendimientos de grandes bloques de travertino rojo. Fuente: J. A. Antolinos.

lieve de los agentes erosivos.⁸ Esta práctica simple y elemental, realizada desde la más remota Antigüedad hasta nuestros días, fue aprovechada por constructores y canteros, los cuales no dudaron en ahorrar esfuerzos y tiempo en la actividad extractiva, principalmente para los grandes bloques monolíticos procedentes de los desprendimientos naturales en áreas de acantilados o depresiones importantes del terreno.⁹ En las canteras de travertino del Cerro de la Almagra aún se pueden observar grandes bloques «erráticos» —procedentes de los desprendimientos provocados por la erosión y la inestabilidad sísmica que afecta toda esta comarca (fig. 3)— y que, en principio, bien podrían haberse aprovechado en la Antigüedad.¹⁰

2. Entre las estrategias intermedias de extracción destacan las explotaciones en graderío o en bancales,¹¹ como en el caso de las canteras de caliza del Cabezo Mingote,¹² cuyo beneficio se realizó en extensión y en progresión más o menos horizontal desde las partes más altas hasta las zonas bajas de los afloramientos, esto es, siguiendo la dirección orográfica y estratigráfica de la roca a través de hiladas escalonadas o bancos con una altura comprendida entre 0,20 y 1,80 m (fig. 4). En las canteras de mármol de la Rambla de Trujillo

se aplicó este mismo método de extracción mediante escalones o gradas variables entre 0,30-1,50 m de altura,¹³ al igual que en las canteras de arenisca situadas en la Punta del Cigarro (Águilas), de 105 m de longitud y 68 m de anchura máxima, cuyos bloques fueron extraídos por medio de escalones o gradas de entre 0,20 y 1,30 m de altura, tanto en progresión horizontal como en vertical.

Asimismo, destacan las extracciones en trinchera,¹⁴ como las halladas en el sector central de las canteras de arenisca de Calblanque, donde se abrieron sobre una depresión natural del terreno dos frentes de explotación en progresión horizontal y vertical de 250 y 500 m² de superficie. Igualmente, en las canteras de arenisca de Loma de Canteras se diferenciaron ocho frentes de explotación en fosa o trinchera sobre una extensión de 650 m de longitud y 230 m de anchura máxima.¹⁵

Igualmente, también tenemos extracciones asociadas a la construcción de diversas obras o edificaciones,¹⁶ como en el caso del santuario de finales del siglo I a. C. documentado en los Baños de Fortuna.¹⁷ Este edificio monumental, proyectado en torno a un nacimiento de aguas termales situado sobre un afloramiento de are-

8. ADAM, 1984, p. 23.

9. BESSAC, 2003, p. 24. El autor denomina esta estrategia como «explotación de bloques erráticos».

10. SOLER *et alii*, 2012, pp. 744-747; SOLER *et alii*, 2014, pp. 298-300.

11. BESSAC, 2003, pp. 26-27.

12. SOLER *et alii*, 2014, pp. 294-295.

13. ANTOLINOS, ARANA, SOLER, 2002, pp. 27-28, fot. 3; ARANA *et alii*, 2012, p. 662.

14. BESSAC, 2003, p. 27.

15. SOLER, ANTOLINOS, 2007, pp. 116-134; SOLER *et alii*, 2014, p. 291.

16. BESSAC, 2003, pp. 27-28.

17. MATILLA, GALLARDO, EGEA, 2002, pp. 179-189.



Figura 4. Canteras del Cabezo Mingote (Los Nietos, Cartagena). Explotación en graderío. Fuente: J. A. Antolinos.

nisca de la ladera oriental de la sierra del Baño, fue en buena parte excavado por maestros canteros en la roca, en la cual se pueden observar las huellas del empleo del pico. El material extraído fue usado con toda probabilidad a modo de sillar constructivo en el acabado de los alzados del edificio, a juzgar por las improntas de talla y los recortes de la roca documentados en diversas zonas del monumento.

3. Por último, entre las explotaciones intensivas destacan principalmente las realizadas en profundidad o en foso,¹⁸ cuyo mejor ejemplo lo encontramos en las canteras de arenisca de la localidad cartagenera de Canteras, donde se han diferenciado tres grandes sectores de explotación (denominados A, B y C) que comprenden –sin solución de continuidad– una longitud en dirección este-oeste de poco más de 1,1 km y una anchura máxima en dirección norte-sur de 170 m.¹⁹

El sector A alcanza los 400 m de longitud, 140 m de anchura y una profundidad máxima de 30 m. La monumentalidad de estos frentes extractivos indica el carácter intensivo de las labores desarrolladas en época moderna y contemporánea, aunque existen evidencias suficientes para postular que los canteros modernos retomaron la actividad en los «viejos» frentes de explotación abandonados por los romanos, principalmente en su parte occidental. En efecto, además de los materiales cerámicos de filiación íbera, púnica y romana hallados tanto en las zonas superiores de la cantera como

en el interior del gran foso, en los tramos superiores de algunas de las paredes verticales se tallaron sobre la roca series de pequeños orificios o nichos –dispuestos de forma pareada– para el descenso/ascenso de los antiguos canteros hasta las áreas extractivas, que cada vez más iban progresando en profundidad.²⁰ El sector B tiene una longitud de poco más de 500 m y una anchura máxima de 250 m, siendo la altura media de los frentes de cantera de 4-5 m, aunque en algunas zonas alcanzan los 10-11 m de profundidad. Por último, el sector C se localiza a unos 200 m al suroeste del sector B descrito con anterioridad. La cantera alcanza los 130 m de longitud, 100 m de anchura; sus frentes verticales, abiertos en dirección sur-norte, tienen una altura máxima de 14-16 m.

La explotación de estas canteras se desarrolló a través de hiladas escalonadas de poca altura, bien de forma sistemática y lineal sobre una superficie perfectamente regularizada que permitía la extracción de bloques o sillares de dimensiones similares, o bien de forma irregular mediante bancos o gradas de diferentes alturas y volúmenes, es decir, de un modo u otro, condicionados por la calidad y el equilibrio de la veta, y por la presencia o ausencia de fisuras naturales en los frentes de explotación. No obstante, la extracción intensiva de estos bancos escalonados, que poco a poco iban desapareciendo conforme se avanzaba en profundidad, fue generando esos grandes desniveles o pare-

18. BESSAC, 2003, pp. 29-30.

19. ANTOLINOS, GARCÍA, 2003, pp. 381-388; SOLER, ANTOLINOS, 2007, pp. 109-111; SOLER *et alii*, 2014, pp. 291-294.

20. Se trata de uno de los principales sistemas que empleaban los mineros en la Antigüedad para acceder a través de los pozos hacia los minados subterráneos (FORBES, 1966, p. 151; ANTOLINOS, 2005).



Figura 5. Sector B de las Canteras de arenisca de Canteras (Cartagena). Fuente: Proyecto Canteras Romanas (Ref. 11786/PHCS-09).

des verticales.²¹ Un ejemplo que ilustra este sistema de explotación lo encontramos en la parte más oriental del sector B de estas canteras (fig. 5), donde se puede observar en distintas fases evolutivas la consecución de esos monumentales frentes verticales de explotación.²²

Del mismo modo que las características topográficas del terreno y las particularidades geofísicas de la roca determinaron las estrategias y los sistemas de explotación para la apertura de una cantera, los métodos de arranque de los bloques estuvieron igualmente condicionados por estos mismos factores, tal y como veremos a continuación. En cualquier caso, no podemos obviar que antes de iniciar las labores extractivas los canteros y constructores antiguos debieron realizar prospecciones superficiales sobre el terreno con el objeto de seleccionar los materiales lapídeos más adecuados para su usufructo. Sin duda, la calidad de la roca, la proximidad de los afloramientos y la viabilidad de los centros de producción hacia los de aprovisionamiento, así como la experiencia acumulada y el

conocimiento de las rocas explotadas en sus zonas de origen, debieron de influir en el beneficio final de un tipo u otro de roca.²³

La puesta en marcha de una cantera a cielo abierto estaba precedida de una serie de labores de saneamiento con el fin de despejar el frente de explotación elegido, sobre todo los primeros estratos o capas definidos por el alto grado de alteración o erosión de la roca, la presencia de una importante cobertura vegetal o la superposición de depósitos detríticos de origen diverso. Esta circunstancia se dio en la mayoría de las canteras de rocas sedimentarias del Mioceno, como en el caso del Cerro de la Ermita de la Encarnación. En uno de los sondeos arqueológicos realizados en estas canteras de arenisca se documentó un frente de explotación formado por cuatro bancos extractivos de 0,50 m de altura y perfectamente delimitados por la presencia de diaclasas (fig. 6): los dos superiores se encontraban muy meteorizados y disgregados, por lo que no fueron aprovechados en su totalidad, mientras que los dos in-

21. Sin duda, para el traslado de los bloques y sillares extraídos en estos grandes frentes de explotación fue necesario recurrir a grúas o máquinas elevadoras.

22. Algunos de estos colosales frentes de explotación presentan taludes a contrapendiente que podrían remitirnos a una extracción intensiva de tipo «en cuenca» (BESSAC, 2003, pp. 28-29); sin embargo, ARANA *et alii* (2003, p. 85) señalan que este tipo de taludes fueron impuestos por un plano de diaclasa: «El sentido de avance de las canteras ha sido, por lo general, perpendicular a la dirección de los estratos. En ciertos casos se observa cómo los frentes laterales están condicionados a los planos de diaclasas preexistentes, por donde rompe la roca, lo que ha originado en ciertos casos taludes impuestos a contrapendiente, lo que supondría un riesgo potencial para la seguridad».

23. En efecto, en las dos décadas escasas que estuvieron los cartagineses tras la fundación de *Qart Hadast* en el 229/226 a. C. se empleó mayoritariamente la arenisca procedente de los cercanos afloramientos de Canteras; para llevar a cabo su construcción se recurrió a este tipo de piedra blanda y fácil de extraer, pero además se trataba del mismo material edilicio que se utilizaba en la metrópolis africana (CINTAS, 1976, p. 82). Asimismo, la toma de *Carthago Nova* en el 209 a. C. supuso la continuidad de estos mismos frentes de explotación de arenisca, aunque a su vez los romanos iniciaron el aprovechamiento de las rocas volcánicas –basaltos y andesitas– de los diversos promontorios situados en el entorno inmediato a la urbe, cuyos materiales constructivos se asemejaban a los que se habían utilizado –y se estaban utilizando en esos momentos– en Roma y en numerosas ciudades de la península itálica (ADAM, 1984, p. 24; COARELLI, 1999, pp. 425-426; ANTOLINOS, 2003, pp. 146-147).



Figura 6. Sondeo arqueológico en las canteras del Cerro de la Ermita de la Encarnación (Caravaca de la Cruz). Bancos de explotación delimitados por diaclasas. Fuente: J. A. Antolinos.

feriores se encontraban en una capa sólida y de buena calidad que permitió un importante avance en progresión horizontal, a juzgar por las numerosas huellas extractivas.²⁴ Los tramos superiores de los monumentales frentes verticales de explotación de las canteras de arenisca de Canteras aparecen también recubiertos discordantemente por materiales cuaternarios —costras calcáreas (caliche) y gravas de matriz arcillosa rojiza— y por margas, limonitas, calcarenitas y conglomerados de bloques correspondientes al Messiniense,²⁵ que igualmente fueron, o bien desechados por su descomposición, o bien beneficiados por las características y la calidad constructiva de la roca, como en el caso de los caliches y las brechas, donde aún existen evidencias de la explotación de estos materiales.²⁶

Una vez que la masa rocosa se encontraba en condiciones óptimas para comenzar la actividad extractiva, el primer paso consistía en la señalización mediante marcas lineales —incisas o pintadas directamente sobre el lecho de la roca— de la delimitación del bloque o la hilada de bloques proyectados.²⁷ Resulta difícil documentar este tipo de marcas debido a su desaparición tras el inicio de los trabajos extractivos, aunque en las canteras de mármol de la Rambla del Abenque y en las de caliza del Cabezo Mingote se han hallado, sobre superficies sin explotar, varias líneas incisas practicadas con el puntero que parecen señalar el comienzo de la

actividad. Por otro lado, no se han encontrado señalizaciones mediante el recurso de diversos pigmentos o de carbón vegetal. Sin embargo, en la excavación arqueológica realizada en las canteras de Canteras se recuperó un cubilete de paredes finas que contenía pigmento rojo, quizá *minium*, posiblemente para su uso en los trabajos de extracción, contabilidad, validación o descarte de manufacturas en sus distintas fases de elaboración; en definitiva, con cualquiera de los procesos productivos de la cantera.²⁸ No obstante, hay que tener en cuenta que, en numerosas ocasiones, las propias condiciones geomorfológicas del afloramiento, principalmente los planos de estratificación y diaclasado de la roca, favorecerían por sí mismas la delimitación de los bloques a extraer por el cantero, aunque con el inconveniente de contar con unos volúmenes ya preestablecidos.

En este contexto, se pueden diferenciar dos técnicas de arranque de materiales lapídeos: la extracción de sillares o de bloques más o menos regulares mediante la ejecución de zanjas o ranuras longitudinales practicadas con el pico, así como de pequeñas cavidades dispuestas en serie para su arranque definitivo de la masa rocosa mediante el recurso de cuñas;²⁹ y la extracción de bloques irregulares mediante el aprovechamiento de las fisuras naturales del terreno y el uso exclusivo de cuñas, o bien de palancas o barrenas de

24. BROTONS, RAMALLO, 1998, p. 207, fot. 3.

25. ARANA *et alii*, 2003, pp. 80-81, fig. 3.

26. SOLER *et alii*, 2014, p. 289, fig. 9.

27. BEDON, 1984, pp. 95-96 y p. 101.

28. SOLER, 2016, p. 145.

29. Plinio el Viejo (XXXIII, 21, 73) señala que las minas de oro de la península ibérica eran atacadas con cuñas (*cunei*) y mazos o martillos (*mallei*) de hierro.



Figura 7. Canteras de arenisca de Canteras (Cartagena). Hilada de bloques en fase de extracción mediante ranuras longitudinales. Fuente: J. A. Antolíns.

hierro.³⁰ La mayor parte de las canteras documentadas fueron explotadas empleando el primer método reseñado (Cerro de la Almagra, Canteras, sierra del Baño), pero también existen numerosos casos de explotaciones que siguieron el segundo sistema (Rambla de Trujillo, Cabezo Mingote, Cabezo de la Atalaya), del mismo modo que hay canteras donde se usaron las dos técnicas debido a la heterogeneidad del afloramiento beneficiado (Las Colmenas, El Sabinar).

Las ranuras longitudinales documentadas muestran características morfológicas diferentes según el estadio inicial, medio o final de avance en el que se encuentran (fig. 7), esto es, de sección irregular, triangular o en V, trapezoidal y cuadrangular, siendo por lo general la última la que se asocia a la extracción definitiva del bloque, a juzgar por las improntas documentadas en los frentes extractivos en los que aquel ya ha sido desprendido del lecho rocoso. Por término medio, tienen una anchura comprendida entre 8 y 16 cm, aunque pueden alcanzar dimensiones mayores cuando se trata de materiales de gran formato.³¹ En todo caso, estas

ranuras longitudinales debían tener la anchura suficiente para que la herramienta no quedara bloqueada durante el proceso de ejecución, indistintamente del tipo de pico que se empleara durante la acción, es decir, con el extremo plano o rectilíneo, o con el extremo en punta piramidal, que por el momento son los dos tipos frecuentes que se han documentado tras el análisis de las huellas en negativo. No obstante, existe un predominio del uso del pico puntiagudo para las rocas más duras, caso de las calizas micríticas y los mármoles, mientras que para las rocas más blandas, como por ejemplo las areniscas, pueden utilizarse indistintamente los picos con el extremo aplanado y puntiagudo.

Las huellas del uso de esta herramienta que se conservan en los planos verticales de los diferentes frentes extractivos tienen por término medio 10-20 cm de longitud, 1-3 cm de anchura y una profundidad inferior a 1,5 cm,³² y pueden ser de carácter tanto rectilíneo, con un desarrollo en diagonal o bien en forma de espiga, como curvado, con un avance en forma de abanico.³³

30. Los afloramientos rocosos con una importante presencia de fisuras naturales y diaclasado favorecerían la extracción directa de bloques mediante el recurso de palancas o barrenas de hierro, e incluso los propios mazos por medio de golpes directos sobre la roca. En este sentido, en las canteras de andesita de El Carmolí (Cartagena) se aprovecharon varios asomos con disyunción columnar para la extracción de bloques a través del empleo de estas herramientas, ya que no existe signo alguno del uso de otro método de arranque.

31. Por citar solo unos pocos ejemplos, en las canteras de travertino del Cerro de la Almagra las ranuras tienen 8-12 cm de anchura (SOLER *et alii*, 2012, p. 747), mientras que en las de arenisca de Loma de Canteras presentan una anchura media de 10-15 cm (SOLER *et alii*, 2014, p. 291); asimismo, las del Cerro de la Ermita de la Encarnación tienen entre 8-10 y 15 cm de anchura, y algunas alcanzan los 25 cm (BROTÓNS, RAMALLO, 1998, pp. 206-207).

32. Las huellas del uso del pico se documentan principalmente en las canteras donde se explotaron rocas blandas, como en las de arenisca, aunque también se pueden apreciar algunas trazas sobre otras rocas de mayor dureza, caso de las calizas micríticas.

33. Las trazas en diagonal o en abanico, y, en general, las progresiones extractivas que siguen una misma dirección, indican la habilidad del cantero de mantener, en una misma posición de trabajo, la verticalidad de la zanja, mientras que las trazas en espiga o en forma de espina de pez son el resultado de realizar la actividad desde dos posiciones distintas –aunque siguiendo la misma dirección– por la necesidad del cantero de corregir el eje de verticalidad de la zanja.

Por otro lado, las cavidades talladas sobre la roca —generalmente dispuestas en series de dos o más, aunque también se ha constatado la presencia de una única cavidad aislada— para la extracción de bloques mediante la introducción de cuñas presentan también características morfológicas diferentes y pueden practicarse indistintamente sobre el plano vertical o el horizontal del lecho rocoso.³⁴ Cabe señalar que la preparación de estas pequeñas cavidades se realizaba con herramientas de percusión posada con percutor, como el puntero y el cincel, mucho más precisas que las herramientas de percusión lanzada, como pudieran ser el pico o la escoda,³⁵ a juzgar por las huellas documentadas en algunas de las canteras catalogadas.³⁶ En cualquier caso, todas estas pequeñas cavidades pueden adoptar diversas morfologías independientemente del intervalo en el que estén dispuestas entre sí, a saber (fig. 8): de sección cuadrangular y de perfil cuadrangular o bien triangular, como las halladas en las canteras de caliza micrítica del Cabezo Mingote y en las de andesita del Cabezo

de la Atalaya, respectivamente;³⁷ de sección trapezoidal y de perfil trapezoidal, caso de las canteras de caliza micrítica de El Sabinar;³⁸ o de sección hemisférica y de perfil triangular, como en las canteras de arenisca de la sierra del Baño.³⁹ Por lo general, tras la preparación de dichas cavidades se introducían las cuñas de hierro, que eran golpeadas directamente mediante el uso de grandes mazos, aunque en ciertas ocasiones se colocaban también dos plaquitas o láminas de hierro entre la cavidad y la cuña para que esta quedara bien ajustada, resbalara mejor y se produjera un menor desgaste en la pieza por el rozamiento directo con la roca.⁴⁰

Todos estos testimonios sobre la actividad extractiva, incluidos los bloques y sillares que aparecen abandonados en las diversas canteras estudiadas, permiten conocer relativamente bien las dimensiones y la morfología de los materiales extraídos. Sin embargo, a pesar de que en numerosas ocasiones se pueden extrapolar las dimensiones de los bloques extraídos con las medidas generalizadas en época imperial, como el



Figura 8. Canteras de caliza micrítica del Cabezo Mingote (Los Nietos, Cartagena). Serie de cavidades para la colocación de cuñas. Fuente: J. A. Antolinos.

34. Es decir, para el caso del método de extracción mediante la ejecución de ranuras o zanjas longitudinales, lo normal era ejecutar las cavidades sobre el plano vertical del frente extractivo, mientras que en el método de extracción por medio del aprovechamiento de las fisuras naturales de la roca, las cavidades se hacían tanto sobre el plano horizontal como el vertical.

35. Sobre los diferentes tipos y la clasificación de las herramientas empleadas en la extracción y talla de la piedra: VARÈNE, 1974; GINOUVÈS, MARTIN, 1985, pp. 66-75; BESSAC, 1993.

36. Por poner solo unos pocos ejemplos, en las canteras del Cabezo Mingote, El Sabinar y Rambla de Trujillo se aprecian las huellas del empleo del puntero y el cincel para la talla final de las cavidades para la introducción de cuñas, si bien es cierto que en la primera cantera citada se conserva un estadio inicial de preparación de estas pequeñas cavidades donde se observa el empleo del pico o la escoda.

37. En el Cabezo Mingote las cavidades forman series de entre dos y nueve cavidades y aparecen dispuestas a intervalos de 10-30 cm, siendo sus dimensiones: 10 x 3 x 4, 16 x 12 x 19, 15 x 14 x 19-20, 18-19 x 14-16 x 12 y 17-19 x 14-15 x 7-8 cm. En el Cabezo de la Atalaya, por otro lado, las cavidades presentan por término medio unas dimensiones de 4-5 x 2 x 3-4 cm y se distribuyen en series de cuatro o seis, dispuestas a intervalos de 3-5 cm.

38. En El Sabinar aparecen series de dos o tres cavidades, están dispuestas a intervalos de 20-30 cm —aunque pueden alcanzar los 60-70 cm de distancia— y miden por término medio 14-16 x 4-6 x 10-12, 15 x 10 x 9-10, 18 x 3-5 x 18 y 20-22 x 6 x 16-18 cm.

39. En la Sierra del Baño encontramos series de más de cuatro cavidades, dispuestas a intervalos de 4-6 cm y con unas dimensiones medias de 10-16 x 6-12 x 4-8 cm.

40. EZQUERRA DEL BAYO, 1839, pp. 102-103.



Figura 9. Canteras del Cerro de la Ermita de la Encarnación (Caravaca de la Cruz). Bloque en fase inicial de compartimentación. Fuente: J. A. Antolinos.

pes o pie romano, lo cierto es que en un mismo foco extractivo se puede distinguir una metrología tan variable que impide establecer unos parámetros generales de producción.⁴¹ También hay que tener en cuenta que los bloques y los sillares que ya habían sido extraídos de la masa rocosa podían a su vez dividirse en dos o más, sobre todo los de gran formato. Estas evidencias, aunque escasas, las hemos podido constatar en las canteras del Cerro de la Ermita de la Encarnación, donde

se conserva un bloque rectangular de *ca.* 0,90 m de longitud en proceso inicial de división mediante el recurso del pico para practicar una ranura longitudinal (fig. 9); también en El Sabinar se ha localizado un gran bloque irregular de caliza –de poco más de 2 m de longitud– que presenta una secuencia de pequeñas cavidades para su posterior compartimentación mediante el recurso de cuñas, proceso que nunca llegó a ejecutarse.

Además del aprovisionamiento de sillares, bloques, losas y mampuestos de diverso formato, contamos con evidencias de la elaboración de piezas arquitectónicas, escultóricas y/o artesanales en algunos de los focos ya señalados. Tal es el caso de las canteras de la sierra del Baño y de Calblanque, donde se han hallado áreas extractivas mediante la ejecución de zanjas circulares (fig. 10), lo que sin duda remite a la elaboración de elementos de esta misma morfología, como pudieran ser tambores de columna o diversos tipos de molinos.⁴² No obstante, los testimonios más directos sobre esta actividad lo muestran los elementos lapídeos que aparecen abandonados junto a las zonas de explotación, como por ejemplo los fustes de columna hallados en las canteras de Calblanque, Cerro de la Almagra y Cabezo Gordo.⁴³



Figura 10. Canteras de arenisca de Calblanque (Cartagena). Frente extractivo con impronta circular. Fuente: J. A. Antolinos.

41. De hecho, si analizamos las dimensiones de los sillares y bloques empleados en algunos de los monumentos y edificios de *Carthago Nova*, como por ejemplo los documentados en el área forense (ANTOLINOS, 2003, pp. 126-137), observamos que, a pesar de poder establecer unas dimensiones medias de los materiales constructivos usados, existe una importante variabilidad de medidas que en numerosas ocasiones no se pueden identificar con las empleadas en la Antigüedad.

42. En la Región de Murcia contamos con varias moleras o canteras de molinos, actualmente en fase de estudio.

43. ARANA *et alii*, 2012, p. 657, fig. 4, f; SOLER *et alii*, 2014, pp. 296 y 299, fig. 8, c.

Bibliografía

- ADAM, Jean-Pierre (1984), *La construction romaine. Matériaux et techniques*, París.
- ANTOLINOS, Juan Antonio (2003), «Técnicas edilicias y materiales de construcción en el Cerro del Molinete (*Arx Asdrubalis, Carthago Nova*)», en J. M. NOGUERA (ed.), *Arx Asdrubalis. Arqueología e Historia del Cerro del Molinete (Cartagena)*, vol. I, Murcia, pp. 115-160.
- ANTOLINOS, Juan Antonio (2005), «Las técnicas de explotación en las minas romanas de *Carthago Nova*», en J. A. ANTOLINOS y J. I. MANTECA (coords.), *Bocamina. Patrimonio minero de la Región de Murcia*, Murcia, pp. 71-84.
- ANTOLINOS, Juan Antonio, ARANA, Rafael, SOLER, Begoña (2002), «Aspectos arqueológicos y geológicos de una cantera romana en la rambla de Trujillo (Sierra de Cartagena, Murcia, España)», en *Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro (Beja-Portugal, 2001)*, Lisboa, pp. 21-36.
- ANTOLINOS, Juan Antonio, GARCÍA, Pedro (2003), «Primeras actuaciones de recuperación arqueológica y ambiental en las canteras romanas de arenisca (Canteras, Cartagena, Murcia)», *Cuadernos del Museo Geominero n.º 2, Patrimonio geológico y minero y desarrollo regional*, Madrid, pp. 381-388.
- ARANA, Rafael, ANTOLINOS, Juan Antonio, NOGUERA, José Miguel, SOLER, Begoña, ARANA, Sonia (2012), «Quarrying, use and scope of Cabezo Gordo and Rambla de Trujillo marbles (Murcia, Spain) in the Roman era», en A. GUTIÉRREZ GARCIA-M., P. LAPUENTE e I. RODÀ (eds.), *ASMOSIA 9. Interdisciplinary studies on ancient stone*, Tarragona, pp. 657-664.
- ARANA, Rafael, MANCHEÑO, Miguel Ángel, MANTECA, José Ignacio, RODRÍGUEZ, Tomás, RODRÍGUEZ, José Antonio, SERRANO, Fernando (2003), «Las canteras de “roca tabaire” de Canteras (Cartagena). Contexto geológico e importancia como patrimonio geológico y minero», en I. RÁBANO, J. I. MANTECA y C. GARCÍA (eds.), *Cuadernos del Museo Geominero n.º 2, Patrimonio geológico y minero y desarrollo regional*, Madrid, pp. 75-85.
- BEDON, Robert (1984), *Les carrières et les carriers de la Gaule romaine*, París.
- BESSAC, Jean-Claude (1993), *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, París.
- BESSAC, Jean-Claude (2003), «L'extraction des pierres de taille et des roches marbrières dans l'Antiquité: les principales stratégies d'exploitation», en L. POUPARD y A. RICHARD (dirs.), *Marbres en Franche-Comté. Journées d'étude (Besançon, 10-12 juin 1999)*, Besançon, pp. 21-34.
- BROTÓNS, Francisco, RAMALLO, Sebastián F. (1998), «Excavaciones arqueológicas durante el año 1992 en el Cerro de la Ermita de la Encarnación (Caravaca de la Cruz-Murcia)», *Memorias de Arqueología*, 7, 1992, pp. 199-210.
- CINTAS, Pierre (1976), *Manuel d'archéologie punique*, vol. II, París.
- COARELLI, Filippo (1999), *Roma. Guide Archeologica*, Roma.
- DUBOIS, Charles (1908), *Étude sur l'administration et l'exploitation des carrières marbres, porphyre, granit, etc. dans le monde Romain*, París.
- DWORAKOWSKA, Angelina (1975), *Quarries in Ancient Greece*, Wrocław.
- DWORAKOWSKA, Angelina (1983), *Quarries in Roman Provinces*, Wrocław.
- EZQUERRA DEL BAYO, Joaquín (1839), *Elementos de laboreo de minas precedidos de algunas nociones sobre geognosia y la descripción de varios criaderos de minerales, tanto de España como de otros reinos de Europa*, Madrid.
- FORBES, Robert James (1966), *Studies in Ancient technology*, vol. VII, Leiden.
- GINOUVÈS, René, MARTIN, Robert (1985), *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine*, vol. I, Roma.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2014), «La producción de material lapídeo en el norte del *conventus Tarraconensis*», en J. BONETTO, S. CAMPOREALE y A. PIZZO (eds.), *Arqueología de la construcción IV. Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos*, actas del Congreso de Padua, 22-24 de noviembre de 2012 (Anejos de AEspA, LXIX), Madrid, pp. 311-328.
- MARTIN, Ronald (1965), *Manuel d'architecture grecque. I, Matériaux et techniques*, París.
- MATILLA, Gonzalo, GALLARDO, Juan, EGEA, Alejandro (2002), «El santuario romano de las aguas de Fortuna (el balneario de Carthago Nova)», *Mastia*, 1, pp. 179-190.
- ORLANDOS, Anastasios K. (1968), *Les matériaux de construction et la technique architecturale des anciens Grecs*, Seconde partie, Travaux et mémoires (École française d'Athènes), 16, París.
- SOLER, Begoña (2016), «Siglas y signos lapidarios en época romana. Una aproximación a su problemática», en C. INGLESE y A. PIZZO (eds.), *I tracciati di cantiere. Disegni esecutivi per la trasmissione e diffusione delle conoscenze tecniche*, Roma, pp. 127-152.
- SOLER, Begoña, ANTOLINOS, Juan Antonio (2007), «La arenisca en la arquitectura romana de Carthago Nova. Aspectos jurídicos y económicos», *Verdolay*, 10, pp. 109-146.
- SOLER, Begoña, ANTOLINOS, Juan Antonio, NOGUERA, José Miguel, ALÍAS, Asunción (2014), «Producción, aprovisionamiento y empleo de materiales constructivos en *Carthago Nova*», en J. BONETTO, S. CAMPOREALE y A. PIZZO (eds.), *Arqueología de la*

- construcción* IV. *Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos*, actas del Congreso de Padua, 22-24 de noviembre de 2012 (Anejos de AEspA, LXIX), Madrid, pp. 285-309.
- SOLER, Begoña, NOGUERA, José Miguel, ANTOLINOS, Juan Antonio, ARANA, Rafael (2012), «The red travertine of Mula (Murcia, Spain). Management and administration of quarries in the Roman Era», en A. GUTIÉRREZ GARCIA-M., P. LAPUENTE e I. RODÀ (eds.), *ASMOSIA 9. Interdisciplinary studies on ancient stone*, Tarragona, pp. 744-752.
- VARENE, Pierre (1974), *Sur la taille de la pierre antique, médiévale et moderne*, Dijon.
- WARD-PERKINS, John B. (1971), *Quarrying in Antiquity. Technology, tradition and social change*, Londres.

LES CARRIÈRES ANTIQUES DE MARBRE À THASOS. DES VESTIGES À LA NOTION D'ÉCOSYSTÈME*

Manuela Wurch-Kozelj
École Française d'Athènes

Résumé

L'identification de nombreuses carrières antiques sur l'île de Thasos et l'observation minutieuse des différentes traces dans ces carrières m'ont permis, à partir des négatifs d'extraction, de remonter la chaîne de l'exploitation du marbre dans son intégralité, jusqu'à en dégager les notions d'écosystème. Les négatifs des extractions de marbre ont amené à différencier des techniques spécifiques et des techniques pérennes durant toute l'Antiquité. Les produits oubliés dans les carrières sont des artefacts en cours de transformation, du produit brut au semi-fini, dans l'attente d'être transportés. Ils révèlent les infrastructures : atelier de taille, de maintenance, de transport, etc. Sont aussi abordés le territoire d'une carrière (inscriptions, bornes limitrophes, tours de guet) et l'organisation de l'exploitation, tenant compte de tous les corps de métiers associés (forgerons, menuisiers, etc.). Les carrières sont abandonnées à la période paléochrétienne, suite à un séisme, suivi d'un raz-de-marée (traces en fouilles) qui a dû emporter une grande partie de la population de l'île, laissant une forme de chaos, alors que l'invasion slave progressait sur le continent.

Mots clés : Thasos, carrière, marbre, écosystème, extraction.

Resumen

La identificación de numerosas canteras antiguas en la isla de Tasos y la observación detallada de las diferentes evidencias han permitido poner en evidencia la cadena de explotación del mármol en su globalidad, desde los negativos dejados por la extracción hasta la noción de ecosistema. Las evidencias de la extracción del mármol ha permitido diferenciar técnicas específicas y técnicas comunes durante toda la Antigüedad. Los productos abandonados en las canteras son objetos en proceso de transformación, desde el bloque en bruto al producto semi-elaborado, a la espera de su transporte. En este trabajo se incluye también el territorio en el que se inserta la cantera (inscripciones, hitos limítrofes, torres de control...) y la organización de la explotación, teniendo en cuenta todo el conjunto de oficios asociados (herreros, carpinteros, etc.). Las canteras fueron abandonadas durante el período paleocristiano, después de un sismo seguido por un maremoto (cuyas evidencias se han detectado en excavaciones arqueológicas), lo que probablemente provocó la disminución significativa de la población de la isla y un enorme caos, mientras que la invasión eslava tenía lugar en el continente.

Palabras clave: Tasos, canteras, mármol, ecosistema, extracción.

*Je remercie Anna Gutiérrez Garcia-M. et Pierre Rouillard de m'avoir invitée à ce colloque et donné l'occasion de présenter l'état de mes recherches concernant les carrières antiques de marbre à Thasos (thèse en cours). Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude et reconnaissance. J'adresse également mes remerciements à Roland Étienne, mon directeur de thèse, qui a relu cet article et m'a fait part de ses remarques et bons conseils. Je tiens aussi à remercier toutes les personnes rencontrées à la Casa de Velázquez pour leur accueil et le bon déroulement de ce colloque.

Thasos, île du Nord de la Mer Égée, bénéficie de richesses naturelles exploitées dès l'Antiquité, telles que des variétés de bois et les dérivés résineux qui ont fourni les matières premières aux chantiers de construction et navals, mais aussi pour la réalisation des machines de levage et d'autres aménagements indispensables dans les carrières ; des mines d'ocre, les mines d'or connues des Phéniciens, puis exploitées par les Grecs au ^v^e s. av. n. è., et décrites par Hérodoté ; sans oublier les autres minerais (fer,

cuivre, plomb, etc.) nécessaires dans de nombreux domaines (agricole, marin, carrières, etc.) — ; et surtout le marbre¹, comme en témoignent les carrières et les monuments.

À Thasos, les carrières antiques sont nombreuses et très différentes les unes des autres, leurs aspects actuels correspondant à leurs états d'abandon (fig. 1). Cependant leurs dernières exploitations ne sont pas synchrones et ce sont les traces sur les divers fronts de taille qui permettent de discerner les techniques

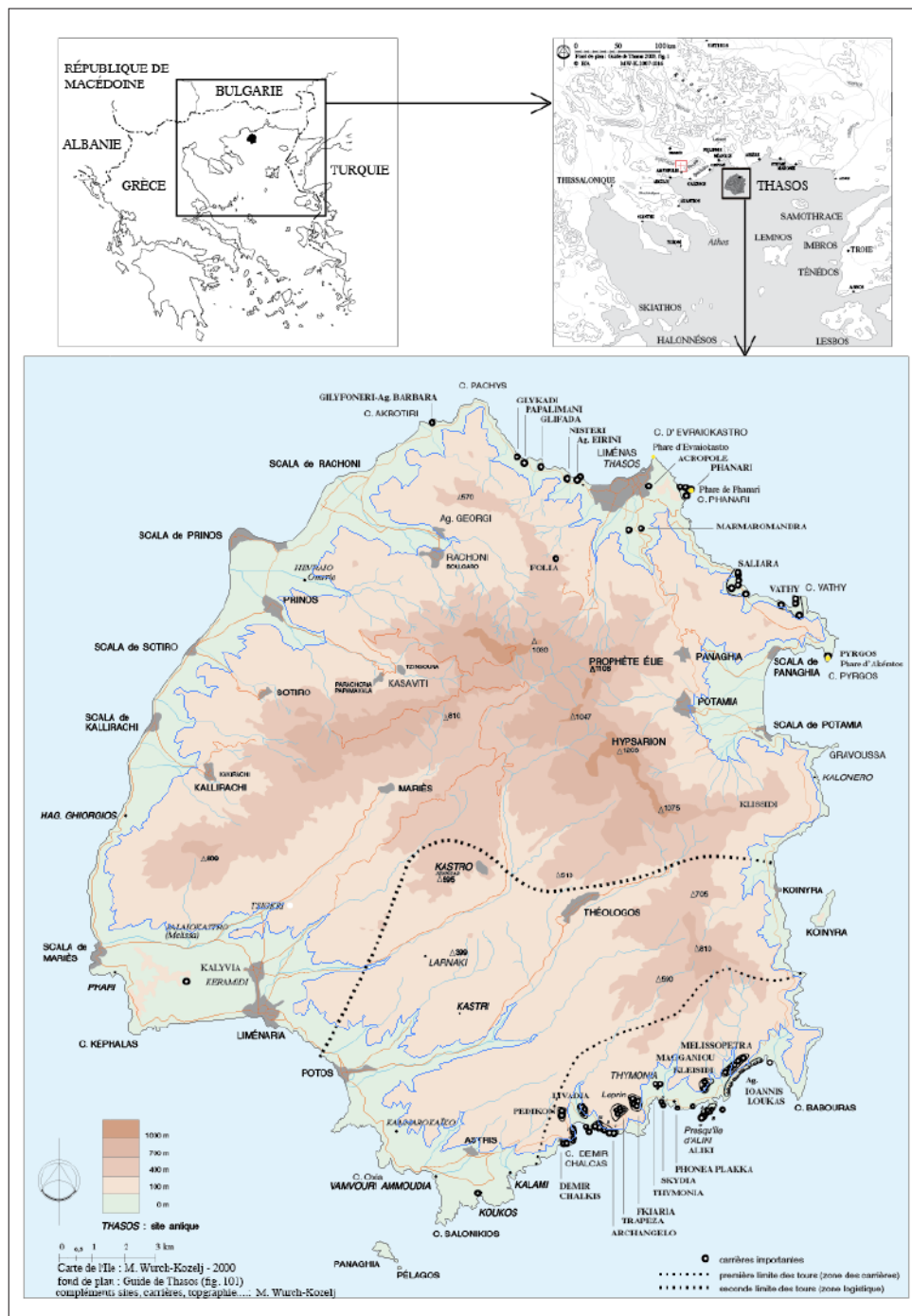


Figure 1. L'île de Thasos. Situation géographique. Implantation des carrières (les plus importantes).

1. Pour schématiser, les marbres du Nord de l'île sont dolomitiques, ceux du Sud sont calcitiques, avec par endroits, des affleurements atypiques.

d'extraction, spécifiques en fonction des différentes époques : blocs cernés de canaux, en cours d'extraction, négatifs de blocs, emboîtures, enfonçures, et les autres vestiges. Mais aussi de reconnaître des procédés invariables. Les autres vestiges, comme les artefacts abandonnés, suggèrent partiellement les types de production (destinée à des fins locales ou à l'exportation), et les emplacements des ateliers de taille, des aires de stockage et les diverses cavités indiquent les endroits des ateliers de maintenance des outils, ceux des machines de levage, des amarrages des bateaux, etc. Toutes ces activités étaient liées et associées pour le bon fonctionnement de l'exploitation. Ces aménagements, auxquels s'ajoutent les quais et les voies, sont les témoins des organisations des carrières, de type permanent (par rapport à celles temporaires), et ils permettent d'entrevoir les territoires (parfois limités par des bornes ou des tours), et même de véritables écosystèmes si l'on y ajoute l'habitat, les lieux de culte et la *chôra* agricole.

I. Le marbre, de son extraction au produit

I.1. Les techniques d'extraction (fig. 2 et 3) évoluent selon les époques²

Même si aucune trace de délitage ne peut être reconnue en carrière, l'extraction par délitage a bien été pratiquée à Thasos dès le Néolithique, au regard des ouvrages construits (par exemple, des tombes à *Kastri*) et des artefacts (par exemple, des plaques anthropomorphes à Skala *Sotiros*).

Parmi les plus anciennes traces d'extraction figurent les alignements d'emboîtures et de petites cavités correspondant à la technique parienne. Elles sont bien représentées dans les carrières de *Temonia*³, sur les sommets des cloisons des carrières B d'*Alki*⁴, à des endroits épars dans les carrières d'*Ag. Eirini*, d'*Agia Varvara*, par exemple, ou encore au pied du phare de *Phanari* et aux abords de l'ancienne route de l'Artémision vers la grotte de Pan et l'entrée de la mine.

Néanmoins une autre technique a laissé des traces : des alignements d'emboîtures, de section carrée. Cette technique des *opai*⁵ n'emploie que des coins à tête carrée. À ces *opai* correspondent deux types de volumes : l'un approchant le parallélogramme et l'autre la pyra-

mide tronquée. De plus, les intervalles entre les opes du type 1 sont relativement importants, alors que celles du type 2 sont rapprochées. Les exemples identifiés indiquent que la technique utilise des fissures comme limites des blocs à extraire (pas de creusement de canal visible).

Les traces du type 1 se trouvent dans les carrières de *Temonia*, d'*Agios Ioannis Loukas*, de Thasos (Est) et sur quelques blocs appartenant à des tours dites d'époque archaïque, ainsi que sur des blocs employés dans la construction de la terrasse des sanctuaires d'*Alki*.

Le type 2 des *opai* s'observe sur des fronts de taille et des blocs à *Saliara*.

Cette technique d'extraction *opai*, avec ses deux variantes de volumes, fait appel à des coins à tête carrée, différents : le premier coin ressemble à un faux parallélogramme (une des sections est légèrement réduite) alors que le second est un coin pyramidal tronqué, trapu, dont un exemplaire a été identifié à Mytilène⁶.

Tandis que ces traces *opai* 2 sont plutôt rares sur les fronts de taille du marbre, elles sont nombreuses sur ceux de gneiss et sur les blocs de gneiss employés dans la construction du rempart de la ville de Thasos (datée du v^e av. n. è. / 494 - 491).

Les encoignures, ces creusements en forme de tas de sable, au fond desquels une emboîture est taillée, sont les témoins d'une technique rapide et efficace pour détacher des masses de rocher. Certaines encoignures, non utilisées, sont visibles sur les fronts de taille, en aval de la tour VI du rempart de Thasos.

La technique des emboîtures (rectangulaires) s'impose durant les périodes archaïque, classique, hellénistique et romaine, avec pour seules variantes la forme de l'emboîture et leur espacement.

Des alignements d'emboîtures rectangulaires sont visibles aussi bien sur les fronts de taille de *Phanari* 1 et 2 que sur des blocs construits dans le mur de la terrasse archaïque, ou encore à l'Hérakleion, à *Folia*.

Les emboîtures rectangulaires aux fonds arrondis et coupés sont typiques des périodes classique et hellénistique, visibles dans les carrières de *Saliara PA*, *Hrakl*, ... et sur des blocs construits de l'Édifice à paraskénia, de la Stoa Nord-Ouest.

À l'époque impériale, la forme des emboîtures est trapézoïdale, et les intervalles entre les emboîtures sont réguliers. D'innombrables traces se trouvent à *Phanari*

2. KOZELJ, 1988, p. 3-79, pl. 27, fig. 22-26.

3. Nous employons les termes originels des lieux : PERROT, 1864, p. 86.

4. PERROT, 1864, p. 86 : « le nom vraiment grec d'*Alki* (la force) ».

5. *Opai* ou *opi* / *opai* (pl.) [en grec ancien] : toute ouverture dans une surface. *Opè* / *opes* [en grec moderne] : trou, orifice, souvent utilisé pour définir une emboîture. Pour nous, les *opai* sont des emboîtures, de section carrée, dans un front de taille, pour recevoir des coins à tête carrée. Notons que cette technique utilise les fissures de la roche-mère et ne creuse pas de canal.

6. DAUX, 1962, p. 876 ; p. 879 fig. 4.

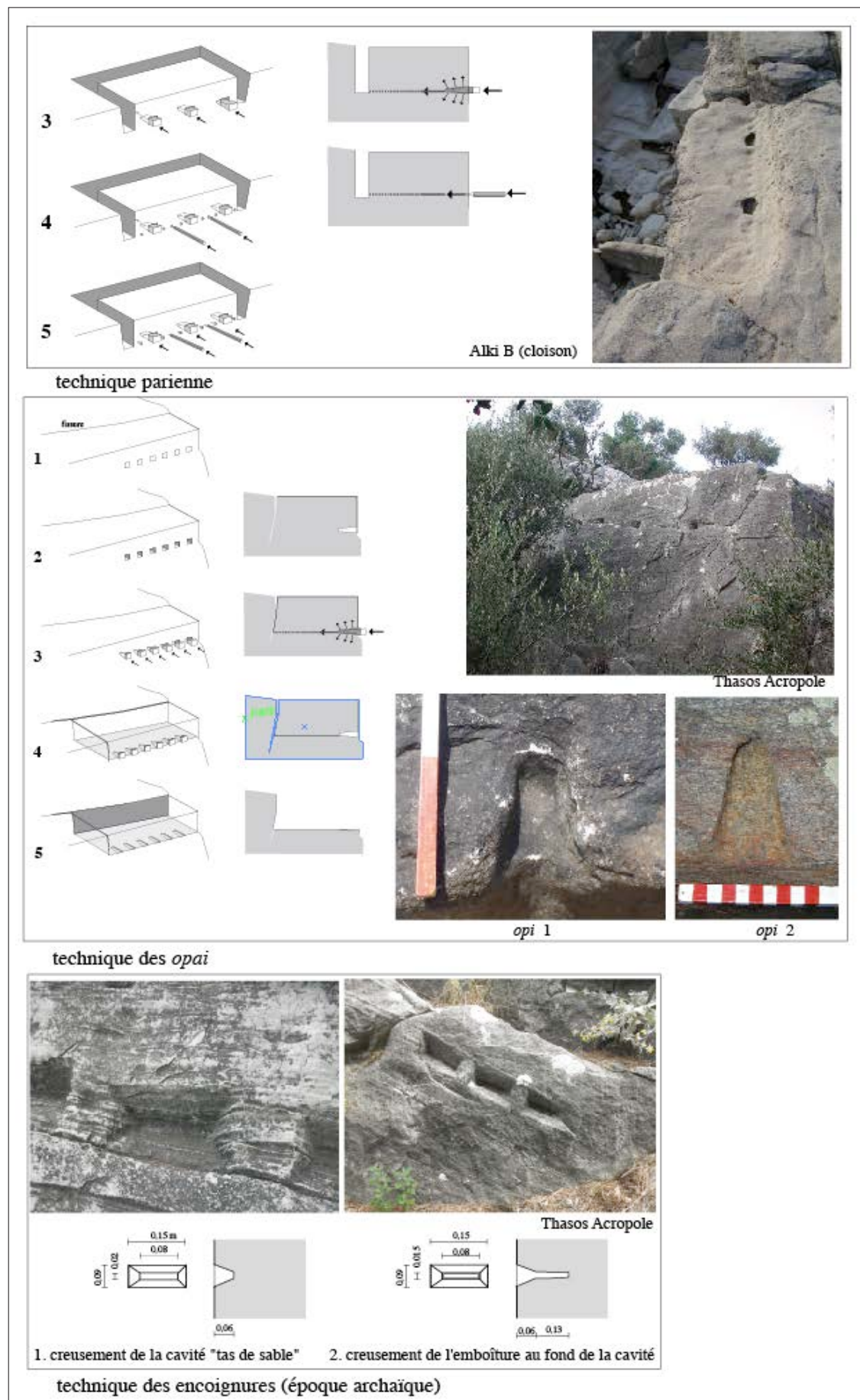
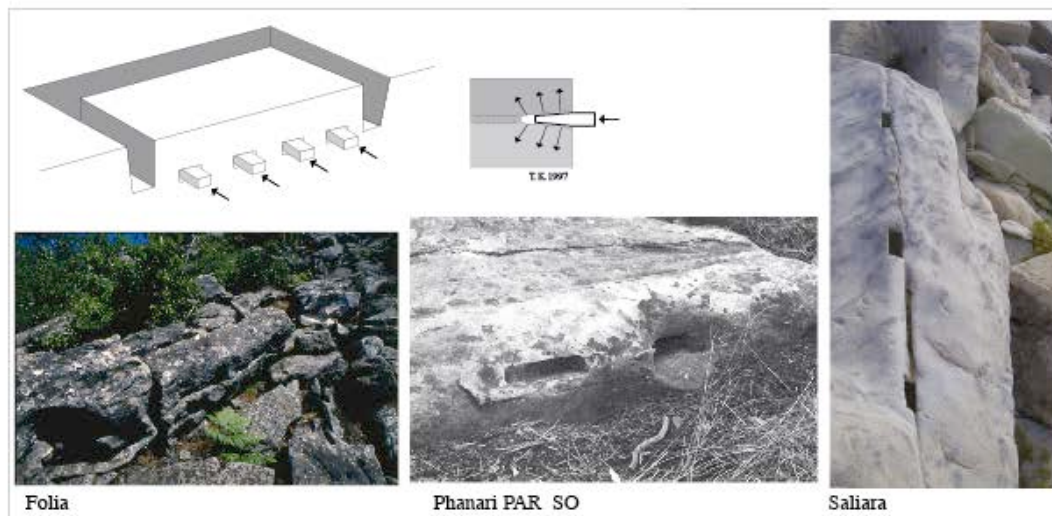
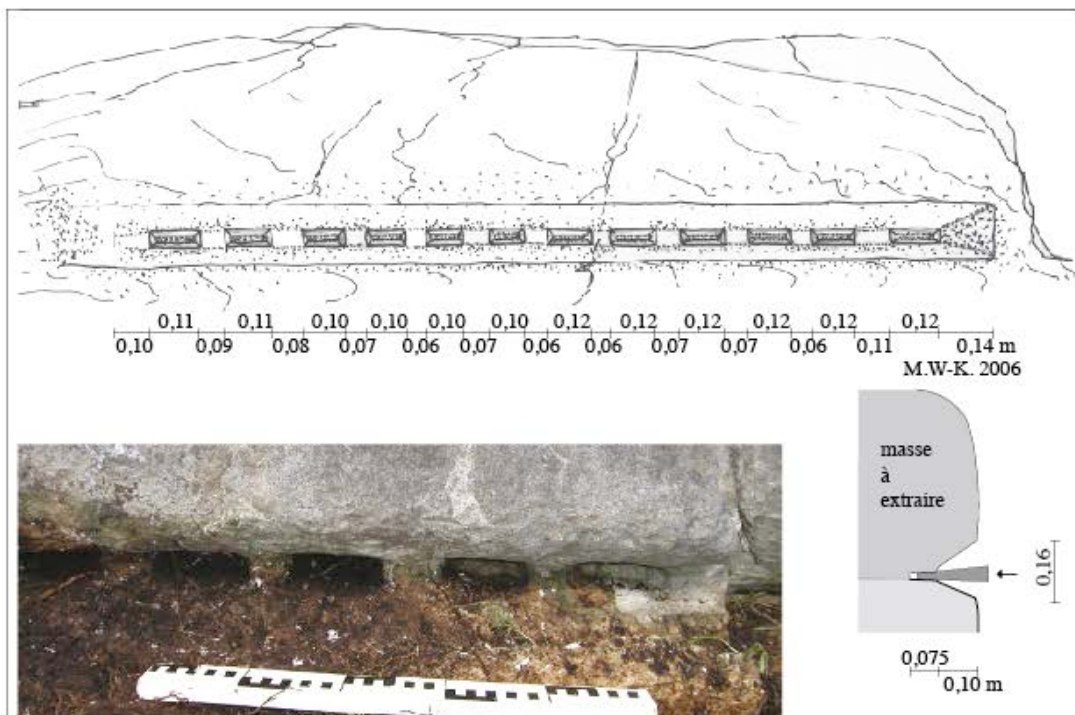


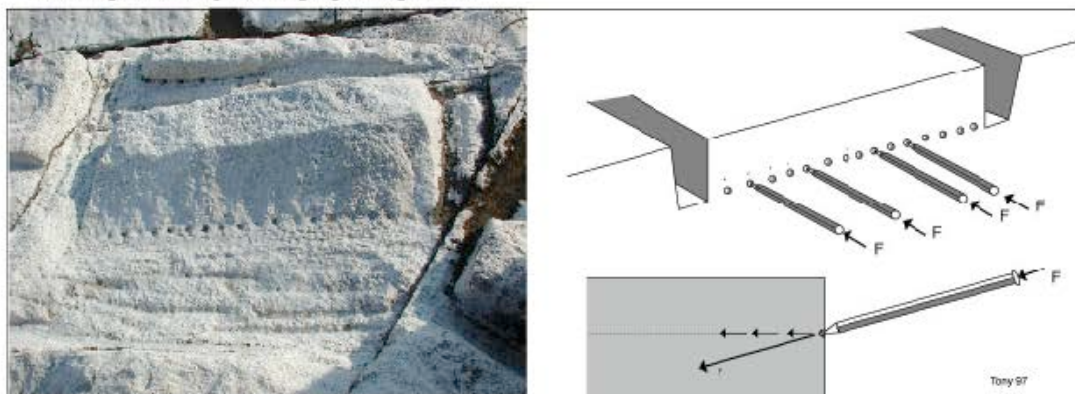
Figure 2. Les techniques d'extraction : parienne, des opai, des encoignures.



technique des emboîtures



technique de l'enjarrot (époque impériale)



technique des enfonçures (époque paléochrétienne)

Figure 3. Les techniques d'extraction, des emboîtures, de l'enjarrot, des enfonçures.

3 et 4, *Saliara PA*, *Héraklès disp.*, *Aristo Demo*, *Markoc Gay*, *Marmaromandra*, *Papalimani*, etc., indiquant une standardisation et une rationalisation du travail d'extraction.

Il va de soi que le volume de l'emboîture est déterminé par la forme du coin employé en fonction des différentes périodes.

L'enjarrot est le moyen employé pour extraire des blocs de grand format, à l'époque romaine. Les traces – un canal horizontal en V dans le fond duquel sont creusées à intervalles réguliers des emboîtures trapézoïdales aux dimensions normalisées – sont visibles sur des fronts de taille, comme celui de *Phanari* 4⁷, dont les dimensions de ces masses rocheuses abandonnées conviendraient à des produits comme des vases ou *labra*⁸.

Il va de soi que pour creuser ces emboîtures, des pointes longues sont nécessaires, et pour l'extraction, un modèle de coin long.

Les alignements d'enfonçures sont les témoins spécifiques de la technique employée à l'époque paléochrétienne, utilisant uniquement la pointe (abandon du coin).

Cette technique a laissé d'innombrables traces sur les fronts de taille des carrières au Sud de l'île, d'*Agios Ioannis Loukas*, avec *Alki*⁹, à *Demir Chalkas*¹⁰, soit environ 7 km² d'exploitation intensive, mais aussi dans des carrières proches de la ville de Thasos.

La technique de sciage ne semble pas avoir été employée pour extraire le marbre des carrières à Thasos car, jusqu'à maintenant, aucune trace de scie n'a été identifiée sur les fronts de taille.

Rappelons qu'A. Lambraki¹¹ a identifié plusieurs lames de scie attestant de l'activité de sciage dans la carrière *Kassambali* en Eubée. Reste à savoir s'il s'agit vraiment d'une technique d'extraction comme l'avait restituée J. Röder¹², ou d'une technique employée au même titre que le dégrossissage dans les ateliers de taille situés dans les carrières.

À Thasos – mais pas dans les carrières – des ateliers pour scier le marbre existaient car de nombreux blocs portent les traces spécifiques de l'usage de la scie¹³.

Parallèlement à ces techniques déterminées, quelques techniques d'extraction sont durables, ces procédés sont utilisés durant toute l'Antiquité. La forme ou l'ébauche de l'artefact est donnée au fur et à mesure de la progression de son extraction.

L'extraction de cylindres, qu'il s'agisse d'une meule ou d'un tambour à colonne¹⁴, se fait verticalement, du haut vers le bas. Des négatifs circulaires sont visibles à *Alki*, *Skydia*, *Phanari*, *Glykadi* 3. Certains canaux entourant des meules abandonnées sont en V et l'usage d'une pointe longue est indispensable, du type de celle identifiée à *Rizoklimata* à Chypre¹⁵.

L'extraction de fûts de colonne, dont le volume proche du cylindre-cône est taillé au fur et à mesure de son extraction, comme en témoigne par exemple un fût à demi dégagé dans le front de taille de B8 à *Alki*. Un autre fût de colonne détaché (en B10), complet, avec ses anneaux de protection aux extrémités, révèle qu'il est presque prêt à quitter la carrière.

L'extraction de sculptures. Distinguons l'extraction des *kouroi*, qui se pratique dans une veine de marbre isolée. Les dimensions de celle-ci sont une contrainte à la forme du *kouros*, comme l'indiquent l'amincissement du volume, des épaules vers les pieds et la base, et l'aplomb de l'arrière correspondant au plan de scission. Les *kouroi* sont extraits couchés sur le dos. Ils sont bien datés, du VII^e - VI^e s. av. n. è.

Lorsque les ébauches de sculptures sont extraites d'un front de taille, il semble qu'elles soient couchées sur le côté¹⁶. Les premières formes sont taillées du haut vers le bas, l'extraction se faisant par l'arrière (dos). Notons la coïncidence entre l'ébauche abandonnée en cours d'extraction encore attachée à son front de taille à *Byllis*¹⁷ (Albanie) et l'ébauche de sculpture détachée, trouvée en carrière, dans l'un des ateliers de taille à *Vathy II*¹⁸ (Thasos, Grèce).

7. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2009, p. 58 fig. 10, p. 59.

8. AMBROGI, 2005, p. 116-135, vase L. 141 (Thessalonique) : p. 305-306 et p. 559 (photos). Veuillez rectifier : le *labrum* est en marbre gris thasien. Un bloc fragmentaire, identifié comme *labrum* par S. Blin-Marc en 2009, et restitué (M.W.K.) sur le puisard de la Cour aux cent dalles, est similaire (marbre thasien, mêmes caractéristiques de fixation) à celui de Thessalonique, et les deux sont compatibles avec les traces dans *Phanari* 4.

9. SODINI *et alii*, 1980, p. 81-137.

10. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2005, p. 465-486.

11. LAMBRAKI, 1982, p. 81-88.

12. RÖDER, 1971, p. 301-312.

13. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2012, p. 715-722. SODINI *et alii*, 2016, p. 181-196 (p. 181, note 317 et p. 192 et 194).

14. Pour les tambours de très grand diamètre (par exemple, Sélinonte), le canal périphérique est large et fait penser à une saignée.

15. PETIT-AUPERT, à paraître. Site [161], pointe longue N. inv. 2010.3.1, dim. L : 0,422 m ; extrémité de frappe : 0,038 x 0,037 m ; Ø de pointe : 0,026 m, extrémité pointue émoussée par le travail.

16. Selon l'interprétation : *kouros* ou sculpture d'Apollon, l'ébauche en cours d'extraction, couchée sur le dos, à Naxos, est ou non une exception.

17. BCH 136-137, 2012-2013, « Byllis », p. 738-739. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, à paraître.

18. KOZELJ, 1988, pl. 12, fig. III.17.

I.2. Les produits des exploitations

Les produits des exploitations ne peuvent être connus que partiellement, à partir des négatifs spécifiques, et surtout des artefacts « abandonnés » en carrière, qu'ils soient en cours d'extraction dans les fronts de taille ou dans les ateliers de taille, ou encore sur les plateformes de stockage.

Ainsi, parmi les produits identifiés dans les carrières, indiquons les exemples suivants : blocs parallélépipédiques, à *Saliara* Hrakl, *Vathy* I, *Alki* C ; vasques à *Saliara*, *Magganiou* ; cuves de sarcophage, à *Marmaromandra*, *Saliara*, *Vathy* III, *Alki* ; couvercles de sarcophage, à *Saliara*, *Vathy* I, *Agia Eirini* ; blocs architecturaux, comme par exemple des marches d'escaliers à *Saliara* ou des meneaux à *Alki* ; ébauches de sculpture, dans les carrières de *Saliara*, aussi à *Vathy* ; meules, à *Alki*, *Glykadi* 3.

Il convient de garder en mémoire que ces produits ont été abandonnés lors de la dernière exploitation de la carrière, et ils ne donnent d'informations ni sur le caractère limité ou non de la production (une exploitation peut produire différents artefacts, du bloc architectural à l'ébauche de sculpture), ni sur la pérennité de cette même la production. De plus, tous les produits abandonnés ne l'ont pas été à la même époque, ce qui fausse aussi la perception de la production.

Néanmoins, d'autres artefacts (dans les musées, collections privées) ont été analysés (analyses chimiques, isotopes, physiques, pétrographie/géologie, catholuminescence, etc.¹⁹) et l'identification de leurs marbres a permis de déterminer leurs provenances, et même de préciser la carrière d'origine. Il a ainsi été possible de reconnaître les caractéristiques spécifiques du marbre blanc dolomitique des carrières de *Saliara-Vathy* sur de nombreuses sculptures. Quant aux nombreuses pièces architecturales identifiées sur plusieurs sites (Éphèse, Delphes, l'Arc de Galérius à Rome, etc.), elles proviendraient des différentes carrières thasiennes, essentiellement d'*Alki*, *Phanari* (*Fanari*), *Saliara*, *Vathy*. Notons les cuves de sarcophage au Port d'Ostie provenant de *Vathy* (dont des cuves similaires encore *in situ* à *Vathy* III confirment l'exportation), des chapiteaux de la Basilique à Philippes, à la Rotonde de Thessalonique, ceux d'Éphèse, les carrières d'*Alki*, et des plaques de parapet à Philippes, de *Phanari*.

I.3. Les pratiques

Au regard des techniques d'extraction et de la production, plusieurs questions se posent quant aux outils employés, à l'unité de mesure, au comptage, etc.

Les outils des carrières sont essentiellement reconnus par leurs traces laissées sur les fronts de taille, et par leurs représentations sur des stèles. Les principaux outils sont les pics, pointes et coins (de différentes formes et tailles), masses et maillets, et aussi, les barre-à-mines et leviers, sans oublier les fils à plomb, équerres et compas.

Aucun outil n'a été identifié jusqu'à maintenant dans les carrières de Thasos, mais quelques-uns ont été trouvés dans d'autres carrières antiques : un compas, un pic, un coin en fer, à Mytilène²⁰ ; un poids d'un fil à plomb et un coin en calcaire, à *Byllis* (Albanie)²¹ ; une pointe longue, à *Amathonte* (Chypre)²² ; des coins en bronze, à *Kition* (Chypre), à Alexandrie, Louxor (Égypte), etc.

L'unité de mesure étant le pied, il semble évident que le pied thasien, 0,3253 m, avec toutes ses subdivisions, ait été employé pour les commandes locales.

Mais lorsque la production est destinée à l'exportation, et sachant que les valeurs du pied diffèrent d'un endroit à l'autre, quel pied était employé pour passer commande ? Celui du fournisseur (pied thasien) ou celui du destinataire ?

Une réponse peut être apportée en prenant en compte les 15 cuves de sarcophage, abandonnées dans l'atelier de taille de la carrière de *Vathy* III, dont le modèle – cuve à abside – est typiquement destiné à l'exportation (Rome²³).

Il s'avère que l'unité de mesure est le pied thasien pour toutes les phases de la progression du travail en carrière ; et fait remarquable, lorsque les cuves sont prêtes à quitter la carrière, leurs dimensions peuvent être exprimées en pied thasien comme en pied romain.

Quelle ingéniosité et maîtrise mathématique pour arriver à ce point charnière où s'ajustent deux systèmes de mesures, au moment de la transition dans la chaîne du travail entre les carriers thasiens et les sculpteurs romains.

Rappelons que les produits qui quittent les ateliers de taille des carrières sont inachevés ; en réalité ce sont des « produits semi-finis », car leurs formes et caractéristiques sont très proches des artefacts commandés. D'une part, le surplus de matière enlevé, le poids est

19. Voir par exemple les bibliographies dans les actes des colloques *ASMOSIA*.

20. DAUX, 1962, p. 879 fig. 4.

21. *BCH* 130, 2006, p. 866-869, p. 868 fig. 24 (coin). *BCH* 132, 2008, p. 941-944, p. 943 fig. 15 (poids d'un fil à plomb). KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2012b, p. 619-627. P.623 fig. 7 et 8.

22. PETIT-AUPERT, à paraître, voir note 16.

23. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 1995, p. 39-47.

réduit et facilite les manutentions ; et d'autre part, la qualité de l'artefact peut être vérifiée (aucun défaut, ni microfissure).

Des précautions sont néanmoins prises pour assurer le transport : les enveloppes de protection²⁴ en sont la preuve. Par exemple, les anneaux aux extrémités des fûts de colonne (*Alki*), excroissances sur les faces des cuves (*Vathy* III), qui auront permis de fixer les cordes lors des déplacements et qui seront taillées en tête de lion par le sculpteur romain. Sans oublier les bourrelets latéraux des blocs de constructions et les tenons de bardage (parfois non ravalés, même sur des édifices prestigieux).

Dans de nombreuses carrières, des marques glyptographiques gravées se trouvent sur les fronts de carrière. Certaines sont à considérer comme des éléments du statut des carrières ; d'autres sont de simples éléments de comptage : par exemple, des hastes (*Alki*, paroi S de la cloison B5/B6²⁵). Notons que les hastes sont encore un moyen de comptage actuel.

D'autres marques lapidaires ont été gravées sur des produits en carrière. Il s'agit d'un numéro (de série de blocs), d'un nom (propriétaire ?)²⁶, alors que d'autres ressemblent à des étiquettes de fabrication contrôlée²⁷.

À Thasos, ces marques lapidaires sont plutôt rares en carrière : par exemple, « une marque de tâcheron »²⁸ sur le bourrelet de la colonne abandonnée en B10 à *Alki*, et quelques lettres sur des blocs isolés (*Alki*, *Vathy* II). Par contre, plus d'une centaine de marques se trouvent sur les blocs du rempart de Thasos²⁹, dont certaines pourraient éventuellement être mises en corrélation avec des marques glyptographiques gravées sur des fronts de carrière.

Cependant, d'autres marques ont été reconnues à Thasos : des *depinti*, ces inscriptions peintes au minium sur des fronts de carrière, souvent abrités par un surplomb de rocher, et identifiées par J.-P. Sodini³⁰ comme des comptes de carrière, l'une à *Kleisidi*, l'autre à *Fkiaria*. Nous proposons d'ajouter les *Roten-inschriftien* vues à la carrière *Leprin* par A. Conze³¹. Ces inscriptions, se trouvant dans une aire de carrières exploitées intensivement à l'époque paléochrétienne, confirment plutôt le contrôle d'une autorité sur la production et l'exportation de marbres.

II. L'organisation des carrières

L'activité de l'exploitation va déterminer l'état de carrière temporaire ou de carrière permanente ou durable. Les carrières temporaires sont généralement ouvertes pour produire les blocs nécessaires à la construction d'un seul ouvrage (par exemple, la construction d'une tombe à *Folia*). Les carrières permanentes connaissent plusieurs exploitations successives, aux productions diverses. Les plus importantes sont équipées d'aménagements spécifiques dont les vestiges témoignent du degré d'organisation.

II.1. Les aménagements spécifiques (à la production)

À proximité des aires d'extraction, même lorsqu'il s'agit d'une carrière temporaire, il existe un atelier de taille, ne serait-ce que pour dégrossir les blocs en vue de les alléger pour les transporter vers leur lieu d'utilisation (par exemple, la carrière *Phanari* 1 / terrasse archaïque située en amont), et associé au *chantier de construction* pour ajuster les blocs nécessaires à la construction de l'édifice, jouxtant le front de taille (par exemple, la carrière de *Pyrgos* / Phare-tombeau d'Aké-ratos). Les seules traces laissées par ces ateliers sont des débris et des éclats de taille, rarement des blocs.

Cependant, lorsqu'il s'agit de carrières permanentes, les *ateliers de taille* occupent une place importante dans la chaîne du marbre : tous les blocs extraits aux surfaces brutes d'extraction y sont déplacés et taillés, dégrossis ou épannelés, transformés en artefacts, ébauches, produits semi-finis, de bonne qualité (allégés mais avec leurs enveloppes de protection). Leurs différents états permettent d'établir les phases d'élaboration, la progression du travail³².

Les emplacements de ces ateliers de taille se reconnaissent essentiellement par la présence des blocs en cours de transformation et des débris de taille (par exemple, cuves de sarcophages à *Marmaromandra*, *Vathy* III, divers blocs et ébauches à *Saliara*).

L'extraction et le travail de préparation des blocs produisent des masses considérables de *déblais* qui se trouvent le plus souvent en dehors des aires de production, là où ils ne gênent pas le fonctionnement de l'ex-

24. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 1992, p. 501-517.

25. SODINI *et alii*, 1980, p. 101, p. 100 fig. 39, et entre p. 84 et 85, fig. 7, g.

26. KOZELJ, 1988, p. 8 et pl. 21.

27. PEACOCK, MAXFIELD, 1997, p. 216-232.

28. SODINI *et alii*, 1980, p. 93 fig. 23.

29. GRANDJEAN, 2011, p. 595-605.

30. SODINI *et alii*, 1980, p. 127-137.

31. CONZE, 1860, p. 32. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2005, p. 484, note 51.

32. ASGARI, 1988, p. 115-125 et p. 122. KORRÈS, 1992, p. 27-29-31.

exploitation en cours. Ainsi, ils couvrent les pentes lorsque les exploitations se trouvent sur les flancs des collines (*Archangelou*), ils sont ramenés à la surface et forment des monticules à côté des chantiers en fosse ou en forme de U (par exemple, *Archangelou*, *Demir Chalkas*, *Magganiou*), ou ils remplissent des chantiers désaffectés (par exemple, à *Alki*, les déblais des chantiers B ont été déposés dans les chantiers A désaffectés³³).

Excepté les murets construits pour contenir les déblais, il n'y a pas vraiment d'aménagements, mais leurs emplacements dans des espaces libres étaient prévus.

Bien évidemment, l'extraction comme la taille nécessitent des outils bien entretenus, et il n'est pas étonnant d'avoir identifié quelques gournes³⁴, dont certains sont creusés dans la roche-mère et d'autres sont des blocs mobiles évidés ; avec des fonctions différentes, réservoir ou foyer. La technique employée dans l'atelier de maintenance est celle du forgeron.

Cette activité a laissé des marques isolées dans plusieurs carrières à Thasos, par exemple à la carrière de l'acropole de Thasos (deux gournes fixes rect.), en amont de la carrière à *Ag. Ioannis Loukas* (gourna-réservoir fixe ovoïde), à *Saliara Hrakl* et *PA*, à *Skydia*, et à *Vathy I* (gourna-foyer rect. mobile, de 643 kg tout de même).

Dans certaines carrières, les ateliers de maintenance se reconnaissent aux résidus métalliques, aux petites forges et aux gournes utilisées pour la « maintenance of quarrymen's tools and possibly their production », qui ont été mis au jour dans des huttes dans les carrières *Mons Claudianus*³⁵. Les outils devaient y être réparés, mais très probablement aussi façonnés. De tels vestiges n'ont pas été retrouvés à Thasos.

De nombreuses autres cavités se voient encore dans les carrières, dont certaines indiquent l'emplacement de machines de levage (fig. 4). Les systèmes sont nombreux, en fonction des charges à soulever et à déplacer³⁶.

Des anneaux creusés en haut des parois de carrière en U permettaient de fixer des cordes pour le déplacement des blocs (par exemple, *Alki A1*, *A10*, *Magganiou*). D'autres anneaux, sur les sols de carrière, sont utilisés pour l'amarrage des haubans qui maintenaient les double-mâts de puissantes machines de levage (par exemple, *Alki B*, dans une cloison, en contre-bas du fût [env. 16 t], se trouve un anneau d'attache d'un hauban).

Lorsque de nombreuses cavités, de différents types et modules, se trouvent regroupées, il a parfois été pos-

sible grâce à leurs relevés détaillés de les associer et de restituer des unités correspondant à des emplacements de machines de levage : du double-mât maintenu par des haubans attachés à des pieux (cavités) dont l'inclinaison est actionnée par un cabestan, et la charge soulevée à l'aide d'un treuil (par exemple, *Phanari 3*, *Ag. Eirini*) à la machine de levage plus complexe dont les charges sont soulevées par la force musculaire développée par deux tambours (par exemple, 4 entités à *Alki C*).

La restitution détaillée de l'une des machines de levage³⁷ (*Alki C*) nous a permis de calculer les sections des pièces de bois nécessaires à sa construction (cubage de bois total de 15 m³) ainsi que les diamètres et les longueurs des cordes-haubans et des cordages, de mettre en évidence le développement de la force musculaire (démultipliée par les combinaisons de poulies par moufle, les dimensions de l'axe des treuils, des diamètres des roues, etc.) pour déplacer une charge ou un produit semi-fini de 25 tonnes.

À côté de ces machines imposantes, des blocs aux cavités quadrangulaires caractéristiques pour enfoncer l'axe d'un cabestan indiquent des installations mobiles temporaires (par exemple, *Alki A2*) ou peut-être venant apporter un renfort à une installation existante (*Alki C*, cavité numérotée, lettre H).

Les aménagements viaires ont aussi laissé des marques dans le paysage. À Thasos, des segments de rampes ou de plans inclinés (par exemple, *Saliara*) suggèrent des déplacements intra-carrières, et des tronçons de voies (par exemple, *Magganiou*) permettaient les transports des blocs provenant de chantiers situés dans les collines. Mais dans l'état actuel³⁸, il est impossible de reconnaître les moyens de transport utilisés, ni de distinguer le système de contrôle de la descente.

Rien de comparable par rapport aux voies descendant des chantiers à *Karystos*, où les profondes ornières sont les témoins des nombreux passages des chariots.

Compte tenu que la plupart des exploitations se trouvent en bord de mer, la voie maritime était privilégiée. En témoignent dans les carrières les embarcadères³⁹ (par exemple, *Saliara*, *Vathy I*, *Skydia*, *Archangelou*), les cavités pour l'amarrage des navires (*Alki*), les graffiti de bateau, ainsi que les vœux d'*euploia*⁴⁰ gravés sur des blocs trouvés à proximité des sanctuaires à *Alki*, qui témoignent des difficultés rencontrées par les équipages qui remercient les dieux de leur bienveil-

33. SODINI *et alii*, 1980, fig. 87 entre p. 124 et 125.

34. *Gourna* / pl. gournes [en grec] : bassin.

35. PEACOCK, 1997, p. 246-253 et p. 242, fig. 6.79.

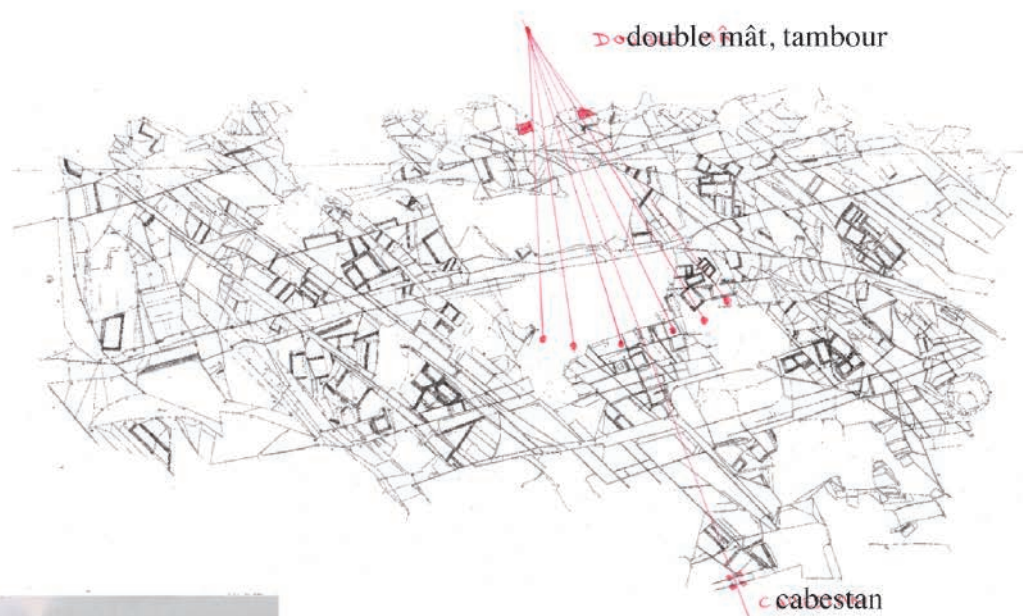
36. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 1993, p. 97-142.

37. Maquettes de machines de levage (réalisées par T. Kozelj et moi-même) : exposition à Thasos (du 2 au 8 août 2014).

38. Seul le repérage de ces voies a été fait.

39. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2005b, p. 25-37.

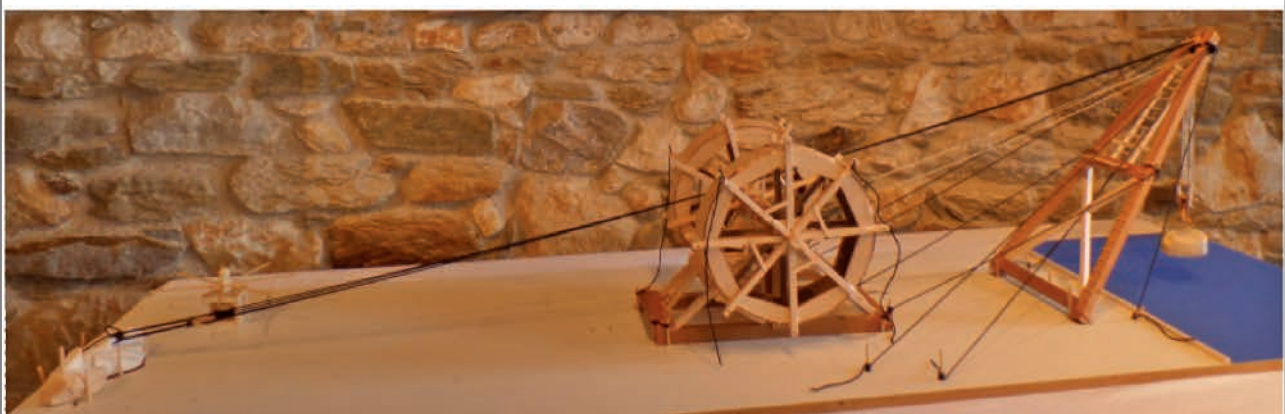
40. HERRMANN, SODINI, 1977, p. 508, n. 131. SALVIAT, GRANDJEAN, à paraître. CABANE, DRINI, 2016, *Grammata* : p. 159-196.



Phanari 4 : emplacement de la machine de levage



Phanari 4 : Restitutions de la machine de levage



Alki C : maquette de la machine de levage (double-mâts, deux tambours, cabestan)

Figure 4. Les machines de levage. Restitution à partir des traces en carrière, Phanari ; Alki C.

lance. Sans oublier ceux qui n'ont pas eu ces faveurs, et dont les épaves (avec leurs cargaisons contenant des marbres de Thasos), nous renseignent sur les tonnages, les types de produits, et permettent des suggestions de routes maritimes.

Notons que de nombreuses baies forment des ports naturels, à l'abri des vents et des courants : la baie d'*Alki*, *Saliara*, *Vathy*, *Glyfoneri*, etc.

II.2. Les établissements

Sur quelques fronts abandonnés des activités minières, apparaissent des *graffiti* (*Saliara*, *Vathy I*, *Alki*, *Archangelou*), des croix (*Alki*, *Archangelou*, *Demir Chalkas*...), des déclarations d'amour (*Phonea Plaka*⁴¹), et plus rarement des reliefs taillés, Héraclès et Artémis chasseresse, mais surtout Héraclès, le dieu des carriers. Trois reliefs d'Héraclès ont été identifiés⁴² dans les carrières de *Saliara* et *Vathy I*.

C'est aux endroits où le marbre n'est pas exploitable que se trouvent les grottes, les sanctuaires, les églises. À *Alki*, par exemple, la présence de ces lieux de culte successifs, grottes, sanctuaires puis basiliques, confirme l'engrenage des exploitations, la continuité de l'activité minière durant toute l'Antiquité, aussi constatée par les différentes traces d'extraction.

À proximité des lieux de travail se trouvent aussi des vestiges de structures⁴³, qui s'apparentent à des habitats isolés (par exemple, *Saliara*, *Archangelou*⁴⁴) ou regroupées en formant des villages de carriers (par exemple, *Agios Ioannis Loukas*, *Alki*, *Skydia*).

II.3. Les territoires des carrières

Parfois, les fronts de taille portent des lettres gravées, des noms, dont la forme des lettres en indique l'époque, archaïque pour *HRAKL*, *HRAKLEOS EISIAS*, *PA*, impériale en ce qui concerne *ARICTO DHMOC*, *PYRROY*...⁴⁵; mais est-ce le nom du propriétaire, du régisseur de la carrière ? En fait, nous connaissons peu de choses concernant les statuts des carrières de Thasos⁴⁶.

Définir les dimensions d'une carrière n'est pas aisé. Lorsqu'une zone d'extraction est cernée par des bancs

de marbre de qualité moindre, s'agit-il d'un chantier ou d'une carrière ?

Les fronts de taille sont parfois séparés par des cloisons, ce qui indique deux chantiers, mais appartiennent-ils à la même exploitation ? S'agit-il de la même carrière ? Les traces d'exploitation permettent quelquefois de trancher : par exemple, carrière de *Phanari 2* (traces archaïques) – cloison – carrière de *Phanari 3* (exploitation d'époque impériale)⁴⁷.

Mais lorsque les traces de technique d'extraction sont identiques de part et d'autre des cloisons, rien ne permet de les différencier.

Parfois, les données se combinent pour déterminer un territoire. Au Cap Phanari, la carrière *Phanari 4* a pu être reconnue par un nom « *PYRROY* »⁴⁸ gravé sur un front de taille et son territoire défini par des marques glyptographiques gravées sur des fronts de carrière, des monogrammes *OR*⁴⁹ à considérer comme *oros*⁵⁰, et des bornes limitrophes (fig. 5). Mais jusqu'à maintenant, aucune autre marque n'a permis de délimiter ni la carrière 5 (*PAR SO*), ni la carrière 3 pourtant dotée d'une *gourna* et d'une machine de levage. Toutes profitaient de la présence du phare et de la tour en amont des exploitations.

Toutes les tours n'ont certainement pas la même fonction. Celles qui se trouvent au bord de la mer ont comme rôle de garder la production, de contrôler et de surveiller les mouvements en mer, l'accostage des bateaux, les chargements de ces derniers, d'assurer le bon fonctionnement et le bon déroulement des tâches des différents corps de métiers, des carriers, des tailleurs, des menuisiers, des forgerons, ... En quelque sorte, de superviser l'organisation de l'exploitation au sens large du terme.

III. La notion d'écosystèmes des carrières

Plusieurs carrières sont temporaires, où les fronts de taille et l'atelier de taille sont associés à la construction d'un ouvrage, situé plus ou moins à proximité de la carrière. Aucun vestige de hameau ou d'aménagement spécifique n'a été retrouvé aux alentours.

L'activité des carriers, des tailleurs et des bâtisseurs étant à durée limitée sur l'ouvrage, il semble évident

41. COULIÉ, 1998, p. 445-453. GARLAN, 1980, p. 3-21. Dans les deux cas, une tour se trouve à proximité.

42. KOZELJ, 1982, p. 68-70. HOLTZMANN, 1994, p. 122-125 et fig. pl. XL, 51 à 53, pl. XLI, 54.

43. Ces structures n'ont fait l'objet ni de dégagement, ni de fouille.

44. PERROT, 1964, p. 86.

45. KOZELJ, 1988, p. 37, pl. 13 et 14.

46. MARC, 1995, p. 33-37.

47. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2009b p. 51-52.

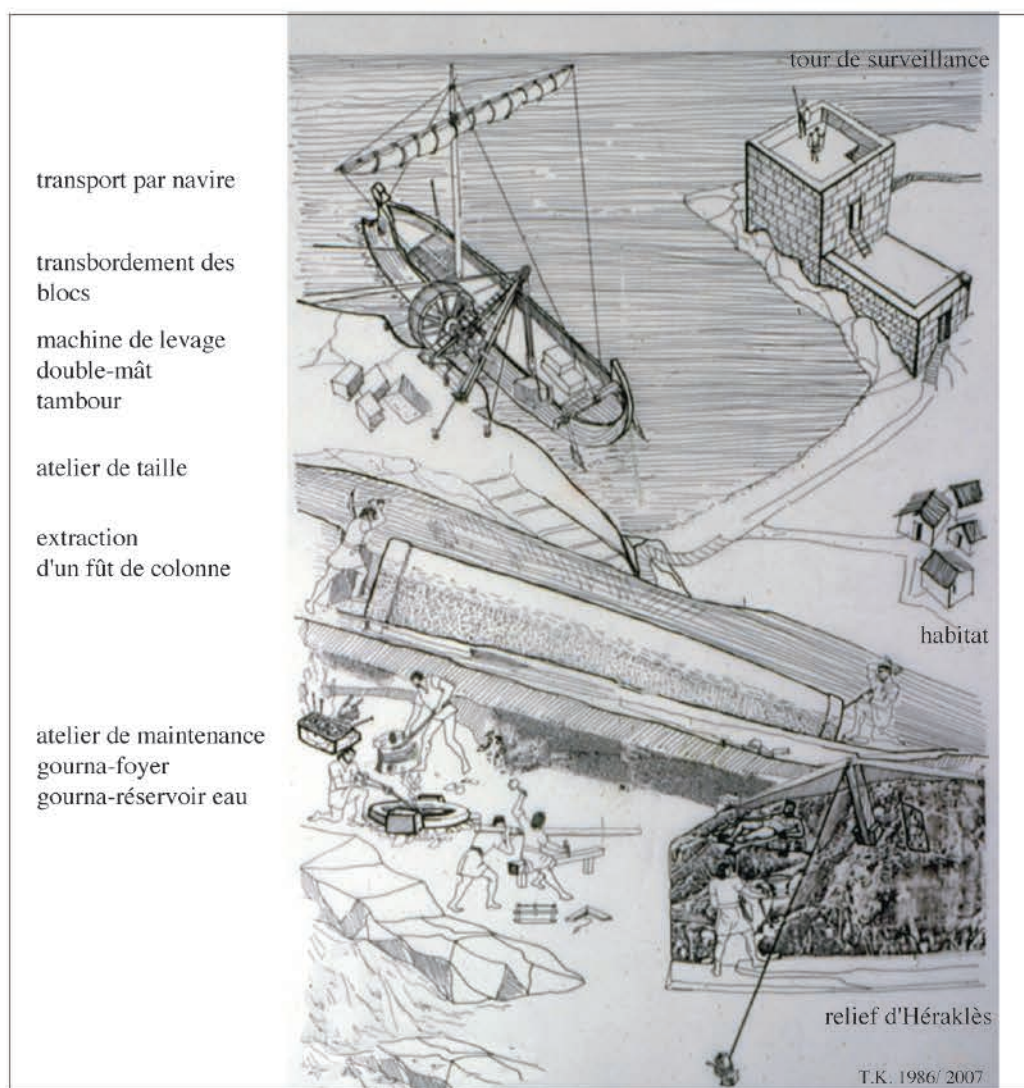
48. KOZELJ *et alii*, 1982, p. 676-677.

49. DEONNA, 1909, p. 11-12 et fig. 5. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 2009, p. 59-61, fig. 11-12.

50. *Oros* [grec ancien] : limite.



Phanari 4 : territoire de l'exploitation, PYRROY (nom) et OR (bornes limitrophes)



"système de base" - schéma Saliara

Figure 5. Le territoire d'une carrière (exploitation Pyrroy). Restitution de l'écosystème de base.

qu'elle n'a requis aucune installation sédentaire au vrai sens du terme, d'où l'hypothèse probante que ces derniers ont vécu un certain temps sur leur lieu de travail, voire le temps des travaux. Par exemple, le phare-tombeau d'Akératos fut construit à l'extrémité de la carrière de *Pyrgos*, mais aucune trace d'installation n'est visible aux alentours, sinon un plateau. Aurait-il été agencé pour recevoir une installation provisoire ? Et pour combien d'hommes ? Au bas mot, une trentaine sur les lieux, sans compter ceux s'occupant de la logistique⁵¹.

D'autres carrières se singularisent par leur organisation, du front de taille au transbordement sur un navire, (par exemple, *Ag. Eirini*, *Glyfada*, *Papalimani*) : elles servent uniquement à la production comme le montre l'absence de tout autre structure ou élément relatif à l'occupation humaine, et ce, quelle que soit l'époque de l'activité.

Les mêmes questions que pour les carrières temporaires se posent, mais la durée n'est pas comparable. Y avait-il des hameaux à proximité des exploitations ou des structures transitoires, voire intermittentes ? Les habitats vus par G. Perrot en sont certainement des vestiges. Et comment fonctionnaient les réseaux alimentaires et toutes les logistiques indispensables au bon fonctionnement de la production (par exemple, le fer pour les outils, le bois pour les machines de levage, etc.) ? À ce jour, ces carrières se trouvent dans un rayon de 6 à 10 km de la ville ou d'un village (soit 1 h ½ à 2 h de marche maximum), et il semblerait que leur production était destinée à la ville de Thasos.

Remarquons que les carrières dotées d'une ou de plusieurs tours ont approvisionné les chantiers locaux, et/ou ont produit des artefacts destinés à l'exportation.

Les carrières du Cap Phanari en sont un bon exemple, avec l'ouverture d'une carrière temporaire pour la construction du phare, puis des carrières 1 (édifice sur la terrasse archaïque) et 2 ; ensuite à l'époque classique et hellénistique, la carrière 4, probablement aussi 3 (et 5 ?), à des fins locales ; et enfin, à l'époque impériale, ces trois carrières connaissent indépendamment l'une de l'autre des exploitations intensives, notons que 4 avait un territoire délimité par des bornes OR, dans lequel se trouve gravé le nom PYRROY, que nous associons pour y voir une exploitation distincte. 5 se distingue par une marque PAR-SO. Le tout sous la surveillance d'une tour ronde en amont. Elles sont abandonnées puisque seule une extraction isolée non concluante en 4 date de l'époque paléochrétienne.

Par contre, en prenant l'exemple des carrières à *Saliara*, où ont été retrouvés les vestiges des différentes exploitations, des ateliers de taille, des rampes et glis-

sières, des emplacements des machines de levage, deux tours (bord de mer / amont des exploitations), un puits, les lieux de culte attestés par les reliefs d'Héraclès, et les restes de murs suggérant un hameau, nous pouvons proposer d'y voir une organisation rationnelle⁵² et d'y reconnaître un système de base limité à la production des marbres et à la reproduction de la force de travail sur les lieux (fig. 5).

Ici aussi, aucun élément ne nous permet d'entrevoir le ravitaillement et la logistique.

Dans le Sud de l'île de Thasos, les données observées nous ont permis de reconnaître une forme d'écosystème spécifique. Du point de vue de la production, ces carrières connaissent un dernier état d'exploitation commun, datant de l'époque paléochrétienne. De nombreux ateliers de taille, de maintenance, des emplacements de machines de levage, avec un réseau viaire (voies et rampes), des embarcadères, et aussi des villages et des lieux de cultes, jouxtent les fronts de taille. L'ensemble s'étend d'*Agios Ioannis Loukas* à *Demir Chalkas*. Il semblerait qu'il y ait eu plusieurs systèmes de base de production.

Dans l'arrière-pays, des hameaux, des fermes isolées, des murs de terrasse, des puits, des voies, des mines, etc., ont été identifiés, ainsi que des tours.

Jusqu'à maintenant, plus de 350 tours ont été recensées⁵³. Elles se trouvent toutes à des points stratégiques permettant de contrôler tout chemin praticable, aussi bien dans les thalwegs que sur les flancs des collines, et peuvent communiquer entre elles. Leur répartition géographique nous a permis d'évaluer ce système quasi militaire de surveillance des passages.

Une série de tours délimite la zone des 7 km² de carrières exploitées et leurs aménagements spécifiques, que nous interprétons comme le reflet d'une unité de plusieurs systèmes de base de production : soit une zone d'exploitation minière du marbre où toute la chaîne de production est représentée.

Les autres tours entourent et surveillent une seconde zone sans exploitation de marbre, mais qui ressemble fort à une base arrière permettant tous les ravitaillements, c'est-à-dire une zone logistique fournissant tout ce qui est indispensable au bon fonctionnement des exploitations de marbre : des minerais, du bois et des produits agricoles.

Notons de plus que ces tours font de ces deux zones une enclave de production économique qui fonctionne quasiment en autarcie : seule la production de marbre est destinée à quitter les lieux.

Il s'agit bien ici d'un écosystème de *production intensive surveillée* qu'il est aisé de confondre avec les

51. HELLMANN, 2002, p. 70-81.

52. KOZELJ, 1987, p. 20-33. P. 23 fig. 3.

53. KOZELJ, WURCH-KOZELJ, 1992b, p. 43-57, fig. 1-20.

propos transcrits par H. W. Pullen⁵⁴ où « la pire chose qui puisse arriver aux prisonniers de guerre est d'être envoyés dans les carrières du Nord de la Grèce ou sur les îles ».

Cependant, il convient de souligner qu'à la même époque (paléochrétienne), au Nord de l'île, d'autres exploitations, temporaires et unités de base prospèrent en extrayant leurs marbres (*Agia Varvara*, *Agia Eirini*, etc.).

En conclusion, c'est à partir de l'observation de toutes les traces dans les carrières, et d'une relativement bonne approche de l'île, qu'il a été possible d'extrapoler et d'aborder les notions d'écosystèmes des carrières à Thasos.

L'état d'abandon des carrières et des structures associées, c'est-à-dire les produits semi-finis qui se trouvent encore de nos jours dans les ateliers de taille des exploitations d'époque paléochrétienne, sont en effet des produits abandonnés, non pas parce qu'ils ont été faits en surplus mais parce qu'un fait brutal, non prévisible, est apparu. Depuis des années, j'ai proposé que seul un séisme pouvait provoquer et expliquer un tel arrêt. De plus, au regard des effondrements des édifices paléochrétiens⁵⁵ et des traces de raz-de-marée lisibles dans des stratigraphies de fouille, l'épicentre de ce séisme devait se situer entre Thasos et le Mont Athos⁵⁶, ressenti sur le continent aussi⁵⁷. Le séisme a dû créer un vent de panique, le raz-de-marée a dû emporter une très grande partie de la population de l'île, entraînant une fuite provisoire des survivants (qui se réfugièrent sur les hauteurs ou quittèrent l'île), en laissant derrière eux une sorte de chaos dont Thasos a eu bien du mal à se remettre⁵⁸, sans oublier ensuite l'invasion slave.

Les exploitations minières reprendront à Thasos à la fin du XIX^e s. et au début du XX^e s. avec la Famille Speidel dans les extractions de minerais (Liménaria et le Sud de l'île), et vers le milieu du XX^e s., les exploitations du marbre refirent leur apparition (avec les techniques modernes, avant celles de plus en plus sophistiquées de nos jours). Le marbre blanc de Thasos, le « A0 », est à nouveau à la mode, avec un marché local et des exportations actuelles vers les Pays d'Orient.

Bibliographie

- AMBROGI, Annarena (2005), *Labra di eta Romana in marmi bianchi e colorati*, L'Erma di Bretschneider.
- ASGARI, Nushin (1988), « The stages of workmanship of the Corinthian capital in Proconnesus and its export form », dans Norman HERZ, Marc WAELKENS (éd.), *Classical Marble : geochemistry, technology and Trade*, NATO ASI Series E : Applied Sciences 153 (1988), ASMOSIA I (Il Gioco, Lucca, May 9-13, 1988), pp. 115-125.
- CABANE, Pierre, DRINI, Faik (2016), *Corpus des inscriptions grecques d'Illyrie méridionale et d'Épire*, 3, EFA.
- CONZE, Alexander (1860), *Reise auf den Inseln des Thrakischen Meeres*, Hanover.
- COULIÉ, Anne (1998), « Nouvelles inscriptions érotiques à Thasos », *BCH*, 122, pp. 445-453.
- DAUX, Georges (1962), « Mytilène », *Chronique de fouille*, *BCH*, 86, pp. 876-879.
- DEONNA, Waldemar (1909), « Θασιακά », *Arch. Eph.*
- GARLAN, Yvon (1982), « Les acclamations pédérastiques de Kalami (Thasos) », *BCH*, 106, pp. 3-21.
- GRANDJEAN, Yves (2011), *Le rempart de Thasos*, *Ét. Thas.* xx.
- HELLMANN, Marie-Christine (2002), *L'Architecture Grecque. 1. Les principes de la construction*, Picard Ed.
- HERRMANN, John J., SODINI, Jean-Pierre (1977), « Exportations de marbre thasien à l'époque paléochrétienne : le cas des chapiteaux ioniques », *BCH*, 101, pp. 471-511.
- HOLTZMANN, Bernard (1994), *La sculpture de Thasos. Corpus des reliefs. I. Reliefs à thème divin*, *Ét. Thas.* xv.
- KORRÈS, Manolis (1992), *Vom Penteli zum Parthenon*, Glyptothek München.
- KOZELJ, Tony (1982), « Ηρακλής », *Αρχαιολογία*, 4, pp. 68-70.
- KOZELJ, Tony (1987), « Les carrières de marbre dans l'Antiquité : techniques et organisation », dans Jacques DERAËVE, Jean-Marie DUVOSQUEL, CRÉDIT COMMUNAL (éd.), *Marbres helléniques. De la carrière au chef d'œuvre*, pp. 20-33.

54. PULLEN, 1894, p. 4.

55. Des effondrements caractéristiques faisant suite à un séisme sont visibles dans les fouilles à Thasos : Monastère-Tsoukalario (CH. BAKERTZIS) ; basilique d'Aliki (J.-P. SODINI, K. KOLOKOTSAS) ; basilique d'Ag. Vassili (ST. DADAKI) ; maison *Tokatlis* (J.-P. SODINI, *Ét. Thas.* XXIV) ; *Domus 5* (A. MULLER *et alii*). SODINI, 2011, p. 1161-1207.

56. Je tiens à remercier vivement S. PAVLIDIS, Professeur de Néotectonique et Paléosismologie (département de Géologie-Paléontologie) de la Faculté des Sciences AUTH de Thessalonique, qui m'a fait part de nombreuses données scientifiques (Thasos, mi-août 2013) et qui me permettent aujourd'hui d'affirmer ce que je proposais jadis.

57. Voir P. LEMERLE ; CH. BAKIRTZIS ; et SÈVE, WEBER, 2012, p. 2324-26.

58. Dans un autre cadre, nous développerons les conséquences de ce séisme (fin de l'écosystème d'*Alki*). Il va de soi qu'après un cataclysme de cette importance, de nombreux efforts ont été nécessaires pour que la vie à Thasos reprenne son cours, sans laisser de traces spectaculaires. J.-P. SODINI *et alii*, 1980, p. 151. Voir les récentes études concernant les occupations des bâtiments au VII^e s. et les conséquences alimentaires (T. OUESLATI).

- KOZELJ, Tony (1988), « Les carrières des époques grecque, romaine et byzantine : techniques et organisation », dans John Clayton FANT (éd.), *Ancient marble quarrying and trade. Colloquium of San Antonio 1986*, BAR International Series, 453, pp. 3-79.
- KOZELJ, Tony, MULLER, Arthur, SODINI, Jean-Pierre (1982), « Les carrières de marbre », *BCH*, 106, pp. 676-677.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (1992a), « The preparation of blocks for transportation in antiquity : " initial shape and protective envelope " », dans Danièle DECROUEZ, Jacques CHAMAY, Fulvio ZEZZA (éd.), *La conservation des monuments dans le bassin méditerranéen, Actes du 2^{me} Symposium International, Genève 1991*, pp. 501-517.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (1992b), « The military protection of the quarries of the Aliki area during the byzantine period », dans Marc WAELKENS, Norman HERZ (éd.), *ASMOSIA II (16-20.10.1990)*, Leuven, pp. 43-57, fig. 1-20.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (1993), « Les transports dans l'Antiquité », dans Ricardo FRANCOVICH, (éd.), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche 9-21.09.1991 Firenze*, pp. 97-142.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (1995), « Roman quarries of Apse-Sarcophagi in Thassos of the second and third centuries », dans Yannis MANIATIS, Norman HERZ, Yannis BASIAKOS (éd.), *The Association for the Study of Marble and Other Stones Used in Antiquity, ASMOSIA III*, Athènes 17-19.05.1993, pp. 39-47.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2005a), « Les carrières de marbre à Thasos à l'époque proto-byzantine, extraction et production », *Mélanges Jean-Pierre Sodini*, Paris 2005, *Travaux et Mémoires* 15, pp. 465-486.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2005b), « Οι αποβαθρες των μαρμαρινων λατομιων στη Αρχαιοτητα », Εργαστήριο Λιμενικών Εργων (éd.), *Διαχειριση και Βελτιωση Παρακτιων Ζωνων, Τριτο Πανελληνιο Συνεδριο (Αθηνα 21-24 νοεμβριου 2005)*, 2005, pp. 25-37.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2009), « Les carrières du Cap Phanari à Thasos », dans Philippe JOCKEY (éd.), *Marbres et autres roches de la Méditerranée antique : études interdisciplinaires, ASMOSIA VIII. Proceedings of the Eighth International Conference on the Association for the Study of Marble and Other Stones in Antiquity (Aix en Provence, 12-16 juin 2006)*, Paris, pp. 49-71.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2012a), « Use of a Saw in Roman and Proto-Byzantine Period on the Island of Thassos », dans Anna GUTIÉRREZ GARCIA-M., Pilar LAPUENTE, Isabel RODÀ (éd.), *ASMOSIA IX, Tarragona*, Tarragona 2009, pp. 715-722.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2012b), « Limestone quarries in Byllis, Albania », dans Anna GUTIÉRREZ GARCIA-M., Pilar LAPUENTE, Isabel RODÀ (éd.), *ASMOSIA IX, Tarragona*, 2009, Tarragona, pp. 619-627.
- KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (à paraître), « Les carrières de calcaire de Byllis », dans Jean-Luc LAMBOLEY, EFR, *L'Illyrie méridionale et l'Épire dans l'Antiquité*, VI^e colloque international au Musée de Tirana, 20-23 mai 2015.
- LAMBRACKI, Anna (1982), « L'emploi de la scie lisse en tant qu'outil de carrière en Grèce, à l'époque paléochrétienne », *Troisième journée de l'industrie minière, le marbre, Namur 16-18 novembre 1981. Rapport d'archéologie et d'histoire de l'art, Bulletin des Musées Royaux d'Art et d'Histoire* 53,2, Bruxelles, pp. 81-88.
- MARC, Jean-Yves (1995), « Who owned the marble quarries of Thasos during the Imperial Period », dans Yannis MANIATIS, Norman HERZ, Yannis BASIAKOS (éd.), *ASMOSIA III (17-19.05.1993)*, Londres, pp. 33-37.
- PEACOCK, David P. S., MAXFIELD, Valerie A. (1997), *Survey and Excavation Mons Claudianus, 1987-1993. 1. Topography and Quarries*, FIFAO, 37.
- PERROT, Georges (1864), *Mémoire sur l'île de Thasos*, Paris.
- PETIT-AUPERT, Catherine (à paraître), *La prospection de la Chôra d'Amathonte*.
- PULLEN, Henry William (1894), *Handbook of ancient roman marbles; or A history and description of all ancient columns and surface marbles still existing in Rome, with a list of the buildings in which there were found*, London.
- RÖDER, Joseph (1971), « Marmor Phrygium : die antiken Marmorbrüche von Ischhisar in Westanatolien », *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 86, pp. 301-312.
- SALVIAT, François, GRANDJEAN, Yves (à paraître), dans Dominique MULLIEZ, EFA, *Colloque à la Mémoire de M. Sgourou*.
- SÈVE, Michel, WEBER, Patrick (2012), *Guide du forum de Philippes, SitMon* 18.
- SODINI, Jean-Pierre (2011), « Thasos Protobyzantine », *CRAI*, pp. 1161-1207.
- SODINI, Jean-Pierre, KOZELJ, Tony, LAMBRACKI, Anna (1980), *Aliki I. Les carrières de marbre d'Aliki à l'époque paléochrétienne, Ét. Thas. IX*.
- SODINI, Jean-Pierre, KOZELJ, Tony, WURCH-KOZELJ, Manuela (2016), *Le nymphée d'une maison de l'Antiquité tardive, à Thasos, Ét. Thas. XXIV*.
- BCH* 130, 2006, pp. 866-869.
- BCH* 132, 2008, pp. 941-944.
- BCH* 136-137, 2012-2013, pp. 738-739.

**II. EJEMPLOS DE ESTUDIOS DE TARRAGONA
A LA CUENCA DE PARÍS : ESTRATÉGIAS DE ANÁLISIS,
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN**

**II. EXEMPLES D'ÉTUDES DE TARRAGONE
AU BASSIN PARISIEN : STRATÉGIES D'ANALYSE,
MÉTHODES ET TECHNIQUES D'EXTRACTION**

LA CANTERA DE EL MÈDOL (TARRAGONA)

TÉCNICAS, ORGANIZACIÓN Y PROPUESTA DE EVOLUCIÓN DE LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL LAPÍDEO*

Anna Gutiérrez García-M.**
IRAMAT-CRP2A (UMR 5060 CNRS - Université de Bordeaux-Montaigne)

Jordi López Vilar
Institut Català d'Arqueologia Clàssica

Resumen

De entre la multitud de canteras que jalonan el territorio de la antigua *Tarraco* (actual Tarragona), la de El Mèdol destaca por su extensión, su especial configuración (en profundidad) y su elemento más característico, el pináculo central conocido como *L'Agulla*. Su papel como principal suministradora de material lapídeo para la ciudad, así como su importancia dentro de su conjunto patrimonial, han sido reconocidos con su declaración como Monumento Artístico-Histórico, BIC, BCIN y Patrimonio Mundial por la Unesco. En agosto de 2010, un incendio puso en evidencia un nuevo sector de explotación hasta entonces desconocido, y en 2013 Abertis impulsó un proyecto de rehabilitación y musealización que incluyó también un estudio arqueológico dirigido por el ICAC. Además de puntuales intervenciones arqueológicas distribuidas en puntos de especial interés, este proyecto incluyó la documentación detallada de todos los frentes, la microtopografía y otros elementos del entorno de la cantera.

Palabras clave: cantera, excavación arqueológica, prospección, cronología, técnicas, espacios, transporte.

Resumé

Parmi les nombreuses carrières qui parsèment le territoire de l'antique Tarraco (l'actuelle Tarragone), celle de El Mèdol se détache par son extension, sa configuration (en profondeur) et par son élément le plus caractéristique, le bloc témoin situé au centre de la carrière connu sous le nom de *L'Agulla* (« l'aiguille »). Son rôle comme fournisseur de matériau pour la cité comme son importance au sein de l'ensemble patrimonial ont été reconnus par leur déclaration comme Monument artistique-historique, BIC, BCIN et Patrimoine mondial par l'Unesco. En août 2010, un incendie a mis en évidence un nouveau secteur d'exploitation inconnu à ce jour, et en 2013 la société Abertis impulsa un projet de réhabilitation et de muséification qui comportait une étude archéologique dirigée par l'ICAC. Au-delà d'interventions archéologiques ponctuelles ce projet a permis de documenter dans le détail tous les fronts de taille, la micro topographie et divers éléments de l'environnement de la carrière.

Mots clés : carrière, fouilles archéologiques, prospection de terrain, datation, techniques, espaces, transport.

* Artículo realizado en el marco de las actividades de los proyectos «*Lapides et marmora Hispaniae: exploitation, usages et distribution des ressources lithiques de l'Espagne romaine*» del LaScArBx (programa financiado por la ANR - n° ANR-10-LABX-52) y «*Officinae lapidariae Tarraconenses. Canteras, talleres y producciones artísticas en piedra de la Provincia Tarraconensis (HAR2015-65319-P)*» (financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)).

** Desde Septiembre de 2017, vinculada al Institut Català d'Arqueologia Clàssica y al Departamento de Ciencias de la Antigüedad y la Edad Media de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

Situación e importancia en el contexto tarraconense

La abundante necesidad de material para la construcción y monumentalización de la *Tarraco* romana, núcleo urbano de temprana fundación y que llegó a tener una extensión de entre 80-85 hectáreas en su momento álgido,¹ motivó no solo la llegada de mármoles imperiales sino también la explotación de un gran abanico de rocas locales para dotarla de las infraestructuras y la monumentalidad acordes con su categoría. Entre ellas destacan la piedra de Alcover, de especial uso en la epigrafía tardorrepública,² la piedra de Santa Tecla,³ de propiedades decorativas, y, de manera muy clara, la caliza bioclástica, conocida como piedra del Mèdol o *soldó*.⁴ Omnipresente en la edilicia pública y privada, este último material también se empleó para estatuaria, epigrafía y sarcófagos romanos, pero es sobre todo como material de construcción que continuó siendo el material por excelencia de Tarragona a lo largo de los siglos. Se extrajo en la mayoría de las canteras abiertas en el *territorium* de la ciudad,⁵ entre las cuales se encuentra la de El Mèdol, cantera de la cual toma el nombre.

Situada en la vertiente sur del cerro de Sant Simplicí, a unos 9 kilómetros al NE de Tarragona, El Mèdol es la mayor cantera en todo el NE peninsular. La especial configuración de su parte principal –conocida como *Clot del Mèdol* («el Hoyo del Mèdol»)– y el pináculo central de 20 metros de altura⁶ (fig. 1) explican que ya desde tiempo atrás fuera objeto de admiración, tal como demuestra el interés del príncipe de Viana durante su paso por Tarragona en 1461,⁷ o su

uso como marco de actividades socioculturales a principios del siglo xx.⁸

Su interés como vestigio del pasado romano y su conservación empiezan a mediados del siglo xix,⁹ lo que puso las bases de su reconocimiento como monumento durante el primer tercio del siglo xx.¹⁰ Su protección como Bien de Interés Cultural (BIC) y Bien Cultural de Interés Nacional (BCIN), en 1985 y 1993, respectivamente, fue el preámbulo a su inclusión en el conjunto monumental de Tarragona, declarado Patrimonio Mundial por la Unesco en 2000. Todo ello ha permitido que la cantera haya conservado en gran parte su fisonomía original, a pesar de encontrarse en una zona altamente modificada por las grandes infraestructuras viarias.¹¹

Actuaciones precedentes y el proyecto 2011-2013

No es de extrañar, pues, su mención en trabajos científicos de ámbito nacional e internacional, si bien la piedra fue en muchos de ellos el punto de partida.¹² A pesar del creciente interés arqueológico hacia la cantera y de su estudio en el marco de una tesis doctoral dedicada específicamente a las canteras romanas del NE peninsular,¹³ pocas han sido las actuaciones llevadas a cabo antes de 2011.

La primera de ellas consistió en la definición y adecuación del acceso al *Clot*, los miradores y los itinerarios de visita, inaugurados en 1990.¹⁴ Las siguientes consistieron en excavaciones de urgencia, realizadas en la explanada y el montículo de bloques situados en-

1. Véase MACIAS, RODÀ, 2015 para un estado de la cuestión actualizado, así como de la evolución posterior de la ciudad.

2. GOROSTIDI, LÓPEZ VILAR, 2015, pp. 259-260; GOROSTIDI, LÓPEZ VILAR, GUTIÉRREZ GARCIA-M., en prensa.

3. ÀLVAREZ *et alii*, 2009b; ÀLVAREZ, GUTIÉRREZ GARCIA-M., RODÀ, 2010.

4. Términos locales empleados según la textura que presenta; en adelante, para mayor agilidad en el texto, se empleará en este artículo únicamente la denominación «piedra del Mèdol».

5. GUTIÉRREZ GARCIA-M., 2009, pp. 103-207; *id.*, 2011, pp. 324 y 326, tablas 1 y 2.

6. 16 metros por encima del nivel de circulación actual y 4 metros por debajo, tal como hemos podido comprobar (véase más adelante).

7. BLANC 1985.

8. Relacionadas con el movimiento excursionista en Catalunya, o la celebración de varios «conciertos-naturaleza» entre 1931 y 1934 (CARRERAS, GARRIGA, 1992, pp. 31-46).

9. ALBIÑANA, BOFARULL, 1849; véase también SÁNCHEZ, 2000, p. 174 para la Comisión de Monumentos de Tarragona, creada en esta misma época.

10. Se incluyó en la lista de monumentos a preservar a instancias de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1920) y se declaró Monumento Histórico-Artístico en 1931.

11. La vía del tren, la carretera nacional N-340, la autovía A-7 y especialmente la autopista AP-7; actualmente la cantera es propiedad de Abertis-Acesa Autopistas, quien gestiona el espacio, en colaboración con la Diputación de Tarragona y la Generalitat de Catalunya.

12. Entre los primeros, cabe destacar WARD-PERKINS, 1971; CANTO, 1978; DWORAKOWSKA, 1983; BRAEMER, 1986; CISNEROS, 1988. Y específicamente relacionados con su piedra, ÀLVAREZ, MAYER, 1992; ÀLVAREZ, 1983 y 1984; ÀLVAREZ *et alii*, 1994; DASCA, ROVIRA, 1991; FABREGAT, 1997; RODÀ, 1994, 1998 y 2001; así como el libro monográfico que incluye también aspectos geológicos, botánicos y faunísticos (BOADA, 2002).

13. GUTIÉRREZ GARCIA-M., 2009, pp. 146-158.

14. Actuación promovida gracias al acuerdo del Departamento de Cultura de la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento de Tarragona.



Figura 1. Vista de la parte o “sala” meridional del *Clot* con el pináculo central, en El Mèdol (foto: A. Gutiérrez García-M.)

tre la cantera y la carretera nacional.¹⁵ A pesar de que ni en una ni en otra se obtuvieron datos cronológicos claros, el excepcional descubrimiento de un conjunto de *ca.* 60 bloques con *notae lapicidinarum*, en forma de epígrafes gravados y grafitos pintados, confirma la existencia de un taller dedicado al primer desbaste y organización de los bloques en este punto.¹⁶

Sin embargo, el estudio de El Mèdol retoma un nuevo vigor a raíz del incendio declarado en agosto de 2010, que afectó la zona al este del *Clot*.¹⁷ Este incendio deja a la vista un gran sector con frentes de extracción hasta entonces desconocidos, lo que permite hacer una planimetría detallada de todo el sector. También entonces se limpia una franja de bosque situada al oeste del *Clot*, y observar de forma más clara la especial configuración topográfica de esta zona.

Conscientes de que el estudio de la cantera de El Mèdol es esencial para reconstruir el ciclo de producción (o construcción) de *Tarraco* desde el momento de la obtención de la materia prima, se plantea en este momento un proyecto¹⁸ de mayor alcance, con el objetivo de avanzar en tres grandes ámbitos:

- La definición cronológica de la explotación en El Mèdol.
- La documentación de las técnicas, *chaîne opératoire* y estrategias de explotación del período romano.

- Los aspectos relacionados con la organización de la actividad extractiva, la gestión de la producción y la contextualización en el territorio, en relación con la topografía, las vías de comunicación o transporte, etc.).

En este marco, destaca la localización, en la costa cercana, de un canal perfectamente rectilíneo terminado en una rampa, excavado en la roca y de hasta 9 metros de ancho, que forma una especie de rompeolas natural.¹⁹ La existencia de material cerámico romano en la playa cercana, el análisis del paisaje que une este lugar con la cantera,²⁰ la visibilidad directa con Tarragona, junto con la identificación de recortes artificiales y posibles encajes cuadrangulares que pueden interpretarse como puntos de anclaje de grúas así como varios bloques de piedra del Mèdol (sensiblemente diferente a la roca natural en este punto),²¹ nos permiten pensar que se trata de un pequeño muelle para atracar embarcaciones de poco calado y cargar los bloques de El Mèdol en dirección a la ciudad.²²

Sin embargo, es a raíz de las obras de rehabilitación y adecuación de la cantera romana que se lleva a cabo una intervención arqueológica directa en la cantera. Esta se inserta en las directrices del «Proyecto básico y ejecutivo de la rehabilitación de la cantera romana de El Mèdol»²³ y se articula en tres grandes actua-

15. Con motivo de la ampliación de la autovía, se realizó en dos fases entre 2007 y 2009, y comportó el desmonte del montículo de bloques (ROIG *et alii*, 2011). Ver también LÓPEZ VILAR, 1990.

16. ROIG *et alii*, 2011, pp. 400-401. Este conjunto está siendo objeto actualmente de un estudio por parte de S. Vinci (Ausonius UMR 5607) con la colaboración de D. Gorostidi (ICAC, URV) y M. Navarro (Ausonius UMR 5607) y el asesoramiento de los autores de este artículo.

17. GUTIÉRREZ GARCÍA-M. *et alii*, 2015.

18. <https://www.icac.cat/recerca/projectes-de-recerca/proyecto/pedra-del-medol/>, que se enmarca dentro del proyecto de I+D+i «La explotación y comercio de los recursos naturales en el norte de la Hispania romana: *lapis, metalla, aqua*» (HAR2011-25011), financiado por el MICINN y dirigido por I. Rodà (ICAC, UAB).

19. El lugar recibe el significativo nombre de Roca Plana.

20. Agradecemos a J. M. Palet (ICAC) sus comentarios en este sentido.

21. Gracias a la prospección llevada a cabo por los autores, junto con un equipo de ocho arqueólogos, en abril de 2017.

22. LÓPEZ VILAR, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., 2017.

23. Promovida por Acesa y elaborada por Adell Associats Sant Cugat S.L.P. Arquitectes.

ciones: el seguimiento de los trabajos realizados en el yacimiento y la prospección exhaustiva de la zona; la documentación detallada de las evidencias; y la realización de varios sondeos arqueológicos (fig. 2).

a) Seguimiento y prospecciones

Las tareas de seguimiento y control de las distintas actuaciones (tala de vegetación, restauración del pináculo central,²⁴ adecuación de itinerarios, derrumbe de antiguas construcciones y levantamiento de nuevos miradores y zonas de descanso...) han sido una parte importante de la tarea arqueológica. Al mismo tiempo, se ha llevado a cabo una prospección exhaustiva de las áreas hasta entonces inaccesibles y del entorno del *Clot*. Todo ello ha permitido (fig. 2):

- Identificar con precisión todos los frentes de extracción existentes y evaluar su posible adscripción cronológica.
- Localizar una zona de explotación situada al norte del *Clot* y hasta la fecha no conocida; dado su pequeño tamaño y su localización, relativamente alejada de la zona de actividad principal, la relacionamos con tareas de prospección destinadas a comprobar la calidad de la piedra de cara a la futura progresión de la extracción.
- Detectar tres áreas con fragmentos de cerámica romana en superficie. Una de ellas es bastante cercana a esta nueva pequeña zona de explotación, mientras que las otras dos se sitúan inmediatamente al sureste del frente de extracción del *Clot* y a unos 300 metros al suroeste de este, junto a una noria situada entre la autopista y la autovía.²⁵ La cerámica recuperada –135 fragmentos– permite proponer una cronología de ocupación centrada en el segundo tercio del siglo I d. C., con una posible reocupación del lugar a finales del siglo IV o a lo largo del V d. C.²⁶

Las tareas de desbroce también han sacado a la luz el muro de contención de la rampa de acceso al *Clot*²⁷ y dos pequeñas albarradas que funcionaban como contención de los grandes montículos de esquirlas depositados en la parte exterior oeste.²⁸ De antigüedad incierta, puesto que no pudieron ser excavados, no descartamos que fueran construidos ya en época romana.

Pero, a su vez, esta limpieza también ha permitido comprender mejor ciertos elementos ya a la vista, como el conjunto de muros del siglo XIX situados en lo alto de algunos frentes, cuya función es evitar el acceso al interior del *Clot*, o la masa rocosa exenta y de planta casi rectangular, dejada sin explotar en la parte norte del *Clot*.

Paralelamente, la empresa SOT S.L. llevó a cabo una serie de prospecciones geofísicas de distinta naturaleza. Por un lado, dada la imposibilidad de realizar una excavación en extensión en el *Clot*, se realizaron doce trayectos con georradar de baja frecuencia para intentar identificar la profundidad real de la cantera y los cambios en la estratigrafía en zonas donde no era posible excavar. La correlación entre los datos geofísicos y la información obtenida de los sondeos arqueológicos parece corroborar los datos obtenidos en los sondeos en las zonas cercanas a estos, pero han resultado menos esclarecedores donde no se efectuaron sondeos.²⁹ Por otro lado, se realizó un modelo 3D interactivo e integrado del pináculo mediante la combinación de tecnología Terrestrial Laser Scanner (TLS) y georradar (GPR). Ello ha permitido detectar la presencia de grietas y espacios vacíos no visibles en su interior, lo que ha sido fundamental en el proyecto de consolidación de este elemento, uno de los objetivos prioritarios dentro del proyecto global.

b) Documentación exhaustiva

La limpieza de gran parte de la maleza y las tareas de prospección han permitido definir topográficamente toda la cantera y elaborar, por primera vez, una planimetría completa (fig. 2). Así, sobre una base topográfica del terreno con curvas de nivel a cada medio metro, se han situado tanto los frentes de talla como los elementos detectados (muros, áreas con cerámica en superficie, etc.), y también los distintos montículos de esquirlas que quedaron a la vista. Esta planimetría no solo ha permitido individualizar los cuatro grandes sectores que forman el conjunto real de la cantera (el ya bien conocido *Clot* –con dos grandes ámbitos o «salas», una al norte y otra al sur–; el sector oriental –puesto al descubierto a raíz del incendio ya men-

24. Conocido como *L'Agulla*, cuyo paralelo más cercano se encuentra en la cantera La Pyramide, cerca de *Glanum* (Saint-Rémy-de-Provence, Francia) (BESSAC, LAMBERT, 1989).

25. Este segundo lugar es de especial interés, dado que coincide con el lugar donde se practicó una zanja para la conducción del minitransvase del Ebro (LÓPEZ VILAR, 1990).

26. Los materiales más tempranos son de época tiberiana (TSI, Consp. 34), y se extienden durante la dinastía julio-claudia (TSG marmorata Drag. 24/25, TSH Drag. 29, PPFF López Mullor LIV) pero sin llegar a época flavia. Solo se han identificado cuatro fragmentos de época tardía (TSHT 37, TSA-C tardía Hayes 73, TSA-D, y una común palestina).

27. Conservado en 8,5 m de longitud y 1,8 m de altura. Se trata de un muro de grandes sillares y piedras de varios tamaños unidos con mortero de cal.

28. El primero tiene 9,5 m de largo y 0,90 m de altura visible, puesto que se encuentra parcialmente enterrado por esquirlas; el segundo solo presenta 3 m de largo y 0,30 m de alto.

29. SALA, TAMBA, 2013.

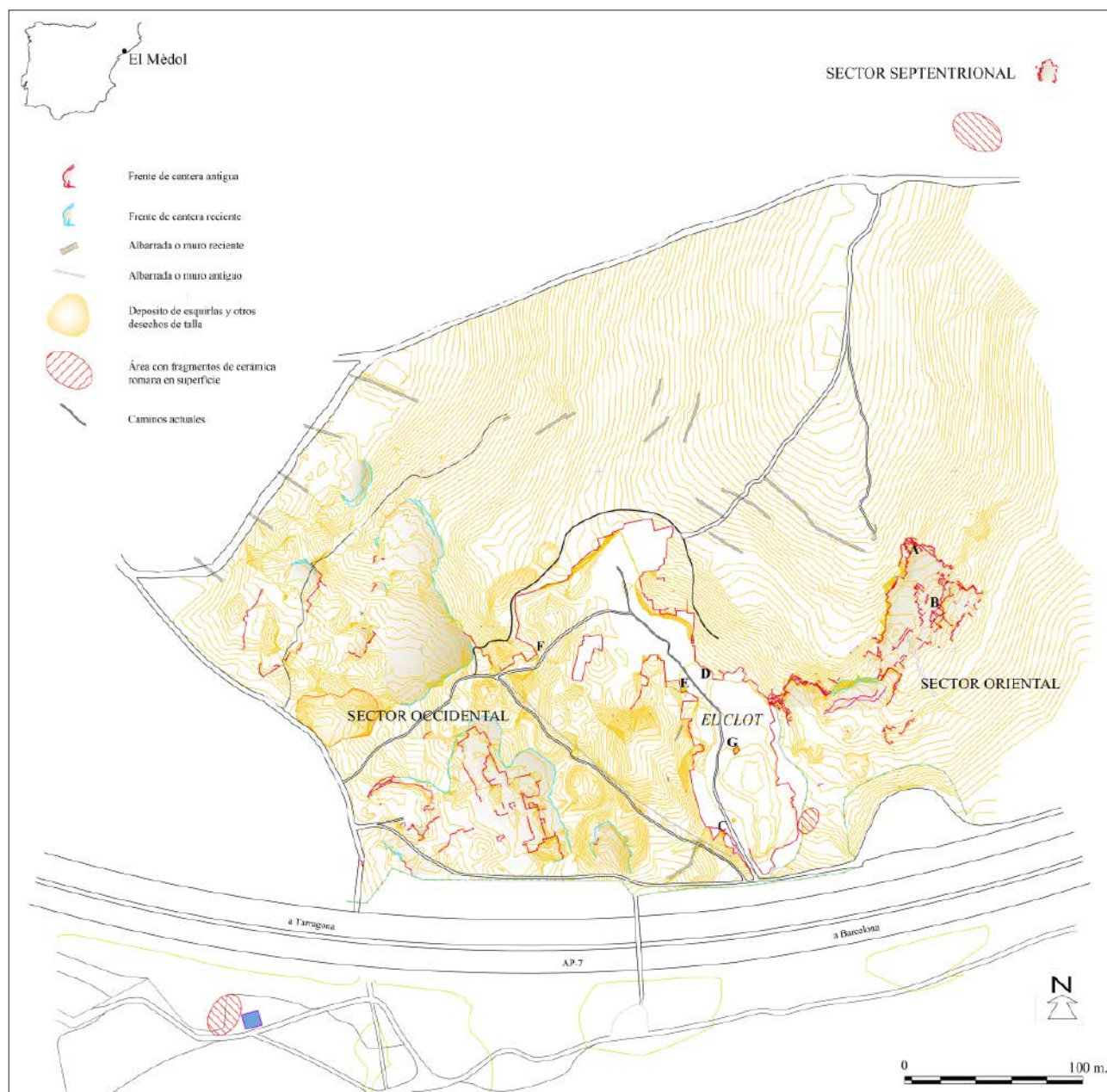


Figura 2. Planta general de la cantera de El Mèdol (Unidad de Documentación Gráfica, ICAC) y situación de los sondeos arqueológicos: A-sondeo 100, B-sondeo 200, C-sondeo 300, D-sondeo 400, E-sondeo 500, F-sondeo 600, G-sondeo 800.

cionado—; el sector occidental —aún cubierto en gran parte por vegetación y muy afectado por la explotación reciente—; y el pequeño sector septentrional recientemente identificado), sino que constituye un elemento fundamental para entender la cantera en su conjunto y plantear hipótesis de su evolución a partir de los datos cronológicos absolutos³⁰ y relativos.

Por otro lado, conscientes de la excepcional visibilidad de las evidencias en el momento de la limpieza, se ha llevado a cabo una documentación fotográfica sis-

temática de todos los elementos puestos al descubierto y de las evidencias en las superficies recién liberadas de maleza. Todo ello ha completado el corpus de datos sobre el tamaño y los tipos de bloques, las zanjas y los huecos para cuñas empleados en El Mèdol, y configura una base documental esencial sobre los procesos y las técnicas de extracción.

El análisis conjunto de la documentación al detalle (tipo de frente, trazas de extracción) y a gran escala (orientación de los frentes, articulación respecto al

30. Obtenidos principalmente gracias a los sondeos arqueológicos (véase más adelante).

conjunto y la topografía natural, distribución de desechos de talla, etc.) permite identificar, por ejemplo, frentes agotados y aquellos aún activos en el momento de abandono, zonas amortizadas y zonas descartadas para su posterior explotación, etc. Y así, proponer hipótesis sobre la evolución de la actividad extractiva que acabó por configurar este espacio.

c) Intervención arqueológica

Se trata de la primera excavación arqueológica realizada en el interior de la cantera, y consistió en varios sondeos situados en puntos de especial interés.³¹

Dos de ellos se sitúan en el sector oriental y consistieron en la limpieza de una zona donde se observa una sucesión de cuatro sillares perfectamente preparados para su arranque (sondeo 100; fig. 3) y de una zona en una cota más elevada, no explotada, con una cavidad en su interior (sondeo 200). Aunque ninguno de ellos ha proporcionado material que permita fecharlos, se han podido documentar un gran número de evidencias de extracción mucho mejor conservadas que las que quedaron al aire libre y aspectos concretos del proceso de extracción. Así, por un lado destaca el contraste entre la homogeneidad de tamaños de los cuatro bloques³² y la diversidad de tamaños del resto de bloques en el sondeo 100;³³ y por otro, en el sondeo 200 se ha documentado el uso de un tipo de cuñas diferente al del resto de la cantera, lo que nos hace pensar que quizás responda a una extracción post-romana. Pero además quedó claro el origen natural de la cavidad y su pertenencia a un sistema de canales cársticos que explican el abandono de este frente.

El resto de sondeos se practicaron en el *Clot*, principalmente para determinar la cronología de varios elementos visibles. Así, se pudo confirmar que la rampa de acceso al interior del *Clot* y la construcción adyacente, de la cual se conservan los siete encajes cuadrangulares tallados en la pared rocosa para insertar

las vigas que constituían el techo, existían ya en época romana³⁴ (sondeo 300). Se trataría de una estructura tipo cobertizo, con cubierta vegetal³⁵ inclinada hacia el norte y sostenida por un poste en el ángulo norte³⁶ y un rudimentario murete o acumulación de rocas en su lado oeste (fig. 4). Asimismo, la pequeña excavación practicada en la base del pináculo central (sondeo 800) permitió observar no solo que la profundidad de extracción en este punto era de 20 metros sino también que en su base quedaron tres bloques³⁷ a medio extraer antes de su colmatación, entre el 27 a. C. y el 19 d. C.³⁸ Ello confirma que esta «sala meridional» del *Clot* existía ya en época republicana, y que fue posteriormente colmatada con residuos de talla de otros sectores en explotación. La secuencia estratigráfica permite definir dos suelos de circulación, uno relacionado con esta primera colmatación y otro situado entre un segundo y un tercer gran vertido de esquirlas y bloques descartados.³⁹

Es muy probable que uno de estos suelos, aunque es difícil definir cuál, sea el que se detectó también en el sondeo 500, practicado en el estrecho paso que une los dos grandes espacios que conforman el *Clot*. En este punto, la potencia de los estratos de colmatación es mayor, pero la profundidad original se encuentra a una cota similar a la de la base del pináculo. Además de evidencias de varios recortes y marcas en negativo,⁴⁰ en este caso se encontró un testigo único y sorprendente de la actividad extractiva: un gran bloque rectangular⁴¹ completamente arrancado y en perfectas condiciones, que fue abandonado *in situ*.

Por encima de esta colmatación, se detectó un estrato con materiales del siglo XIX-XX⁴² justo delante de la pequeña cubeta rectangular excavada en la roca para recoger agua de lluvia, así como restos de las baldosas empleadas para pavimentarla. Todo ello nos permite relacionarla con el último período de vida de la cantera, del cual también tenemos abundantes evidencias en el sondeo abierto en este mismo sec-

31. Estos se llevaron a cabo en dos etapas, y cinco son aún visibles al quedar integrados en la musealización del espacio. Para una descripción detallada de cada sondeo y sus resultados: LÓPEZ VÍLAR, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., 2016.

32. De 150 x 80 cm y separados por zanjias de máximo 50 cm.

33. De 220 x 115, 175 x 120, 150 x 70, 150 x 80 y 120 x 80 cm; separados por zanjias de hasta 20 cm de profundidad.

34. Gracias al hallazgo de materiales datables a mediados del siglo I d. C., entre los cuales destacan un denario con busto de Tiberio en el anverso y Livia sedente como Pax en el reverso, acuñado en la seca de *Lugdunum* en los años 36/37 d. C. (RIC I, 30) y que probablemente circuló poco, dado su escaso desgaste; otros materiales son varios fragmentos de paredes finas (Mayet XIX, Mayet XXXVII 1c y López Mullor LIV), así como un ánfora Dressel 2/4 tarraconense, lo que *grosso modo* nos sitúa en el período julio-claudio.

35. Dada la ausencia de *tegulae*.

36. Cuyo agujero se ha documentado.

37. Los dos que quedaron completamente a la vista miden 120 x 80 y 120 x 135 cm.

38. Gracias a la datación por carbono-14 de un fragmento de carbón aparecido en el estrato en contacto directamente con la roca (realizada por el Poznan Radiocarbon Laboratory); junto a él se ha encontrado cerámica romana (de paredes finas, común, y un ánfora indeterminada), así como pequeños fragmentos de hierro, quizás esquirlas de herramientas usadas en la cantera.

39. Aunque estos estratos no han proporcionado casi materiales arqueológicos, es altamente probable que sean de época romana.

40. Se trata de una hilera de tres bloques cuadrangulares de 140 x 140 cm.

41. 152 x 90 x 77 cm.

42. Cazuelas y botijos vidriados, una herradura y una moneda de 5 ctos. de 1879, que nos da una fecha *post quem*.



Figura 3. Planta, alzado fotogramétrico y modelo 3D del sondeo 100 (Unidad de Documentación Gráfica, ICAC).

tor, al pie de la pared de enfrente (sondeo 400). En este punto, existe un pequeño armario excavado en la roca en el que aún se conservan parcialmente inscripciones a lápiz,⁴³ sin lugar a dudas de cronología reciente. Más interesante ha resultado la estructura circular, hecha con grandes piedras unidas con mortero de cal, que se observaba en el suelo. Su limpieza y vaciado ha permitido constatar que se trata de un pozo de más de 10 metros de profundidad y factura tradicional.⁴⁴ Aunque no se ha podido establecer el momento de su construcción, estuvo en uso hasta mediados del siglo xx.⁴⁵

La única intervención en la «sala septentrional» del *Clot* (sondeo 600) tenía el objetivo específico de esclarecer la cronología y la función de dos hornacinas excavadas en la pared occidental de esta zona.⁴⁶ Desafortunadamente, no se halló ningún elemento que permita aclarar su función, y solo el estrato superficial, de tierra vegetal, proporcionó cerámica, de los siglos XVI-XVIII. Por debajo, se halló un único potente relleno que amortizó un sector aún no agotado, puesto que la roca presentaba aún bloques⁴⁷ a medio extraer (fig. 5). Es posible, pues, que se dieran en este lugar dos momentos de actividad extractiva, uno previo a las

43. En una de ellas aún se lee «recuerdo de la visita de...».

44. Muro de 50-60 cm de grueso hasta 3,20 m de profundidad, y luego excavado en la roca. Se ha hecho imposible progresar más allá de los 10,10 m a causa de la surgencia del acuífero a partir de los 9 m.

45. El estrato más profundo ha proporcionado material de mediados de siglo xx, mientras que el superior, resultado del relleno del pozo durante la adecuación de la cantera para la visita (1990), es abundante en material contemporáneo.

46. Parcialmente visibles antes de la excavación. Aunque indiscutiblemente del mismo momento, son ligeramente diferentes en tamaño (la más al sur mide 173 x 82 x 67 cm, y la más al norte, 154 x 77 x 54 cm).

47. Destaca una alineación de tres bloques cuadrangulares de 100 x 100 cm cada uno.



Figura 4. Alzado y vista cenital del sondeo 300 (cobertizo junto a la rampa de acceso al *Clot*) (Unidad de Documentación Gráfica, ICAC).

hornacinas, cuyos paralelos muestran que tendrían un sentido religioso,⁴⁸ y otro posterior a estas.

Consideraciones sobre el trabajo y la vida en El Mèdol

A la vista de los importantes datos obtenidos, especialmente durante los trabajos de documentación y excavación en la cantera romana, pero también las prospecciones en sus alrededores y la zona costera, el conocimiento de la cantera ha avanzado de manera significativa.

Horizontes cronológicos y progreso de la extracción

El primer y más significativo avance consiste en la mayor definición cronológica gracias a datos absolutos obtenidos en los sondeos. A partir de ellos y observando las zonas amortizadas, podemos proponer una evolución, *grosso modo*, de la actividad extractiva en El Mèdol.

La datación por carbono-14 del carbón hallado en la base del pináculo confirma que como mínimo la «sala meridional» del *Clot* se formó en época tardorrepublicana, probablemente para abastecer la muralla de Tarraco, la única obra de este período cuya envergadura requirió tal cantidad de material. Un segundo horizonte se sitúa en época julio-claudia, concretamente en el segundo tercio del siglo I d. C., y debe relacionarse con la monumentalización de la terraza superior de *Tarraco* y su conjunto provincial.⁴⁹ En este momento la «sala meridional» del *Clot* ha dejado ya de cumplir una función de «zona productiva» para convertirse en un espacio de vertedero de esquilas y restos de talla, y zona de paso, como demuestran los diferentes estratos de circulación. Esto implica que el área en extracción se había ya trasladado a otra zona, probablemente hacia el norte, creando entonces la «sala septentrional». También es entonces cuando se habilitan la rampa de acceso y el cobertizo contiguo. Esta sería utilizada, sin duda, para la entrada y salida de personal, aunque por sus dimensiones no descartamos también que permitiera la salida de material pétreo, lo que no excluye, sin embargo, el uso de grúas para la elevación de bloques en otros puntos o momentos en la vida de la explotación. También en

este momento funcionarían ya la zona de taller, a tenor de uno de los pocos materiales arqueológicos identificados en la excavación del montículo de bloques,⁵⁰ y un posible alojamiento efímero, o zona de descanso de los trabajadores, cerca de la noria actual, donde se ha hallado un significativo conjunto cerámico. Parece interesante la identificación de tres pavimentos en la zona de taller⁵¹ por un lado, y tres horizontes de actividad (suelo de cantera y dos suelos de circulación) en el centro de la «sala meridional» del *Clot* por el otro; aunque a día de hoy solo se trate de una simple constatación, sin que se puedan relacionar entre ellos.

Pocos son los datos absolutos posteriores al siglo I d. C. Los escasos fragmentos tardoantiguos hallados, de nuevo, cerca de la noria parecen indicar solamente una reocupación esporádica, pero hay que ser prudentes, dada la inmensa extensión que queda por excavar y que la piedra del Mèdol sigue estando presente en construcciones y producciones tarraconenses durante los siglos posteriores.

Debemos saltar hasta el siglo XIX para encontrar de nuevo datos concretos de actividad en la cantera. Aunque estos se concentran en la zona del pasillo entre las dos «salas» del *Clot*, donde se concentran elementos relacionados con la obtención de agua (cubeta y pozo), son un reflejo de los trabajos de extracción que se desarrollarían en otros puntos de la cantera. Sin embargo, es difícil definir cuáles. Algunos datos documentales y la topografía actual de El Mèdol permiten apuntar algunas hipótesis: la existencia, ya a finales de este siglo, del muro que limita el *Clot* por el oeste,⁵² y su construcción sobre los numerosos montículos de desechos de talla que cubren esta zona, parecen descartar que el *Clot* estuviera aún en uso en ese momento. El cierre de esta zona también explica los muros situados en la parte superior de algunos frentes de la «sala septentrional», quizás para adecuar la finca para actividades no industriales. Una fotografía publicada en el *Album pintoresch-monumental de Catalunya* en 1879 corrobora este panorama.

La última fase de explotación tiene lugar en el siglo XX, cuando la explotación adopta nuevos métodos, utilizando dinamita y afectando gravemente varios frentes en los sectores exteriores. En el sector oeste, estos frentes recientes incluso cortaron montículos

48. Especialmente los cinco nichos tallados en la roca de las canteras romanas de Brohltal, (FREUDENBERG, 1862), aunque en este caso presentan un ara en relieve —en el nicho central—, y candelabros pintados en los otros cuatro. Otros ejemplos de pequeñas hornacinas talladas en la roca con finalidad religiosa, aunque cuadrangulares, se encuentran en las canteras de Saint-Béat (Pirineos franceses), Kylindroi (isla de Eubea, Grecia) e incluso en contextos relacionados con la naturaleza como en Pescopagano (Potenza, Italia) (SAPÈNE, 1946, pp. 324-325; VANHOVE, 1996; BUONOPANE, FRINO, 2012).

49. La finalización de este proyecto se sitúa ya en época flavia.

50. ROIG *et alii*, 2011, p. 403.

51. De difícil datación, aunque contemporáneos entre ellos; como fecha de abandono definitivo, los arqueólogos responsables de la excavación plantean bien una fecha anterior al siglo III d. C., bien ya en el siglo VIII, con la irrupción musulmana (ROIG *et alii*, 2011, p. 403).

52. Del que se habla ya en la primera excursión oficial al lugar organizada por la Asociación Catalana de Excursiones, en 1883 (CARRERAS, GARRIGA, 1992, p. 16).

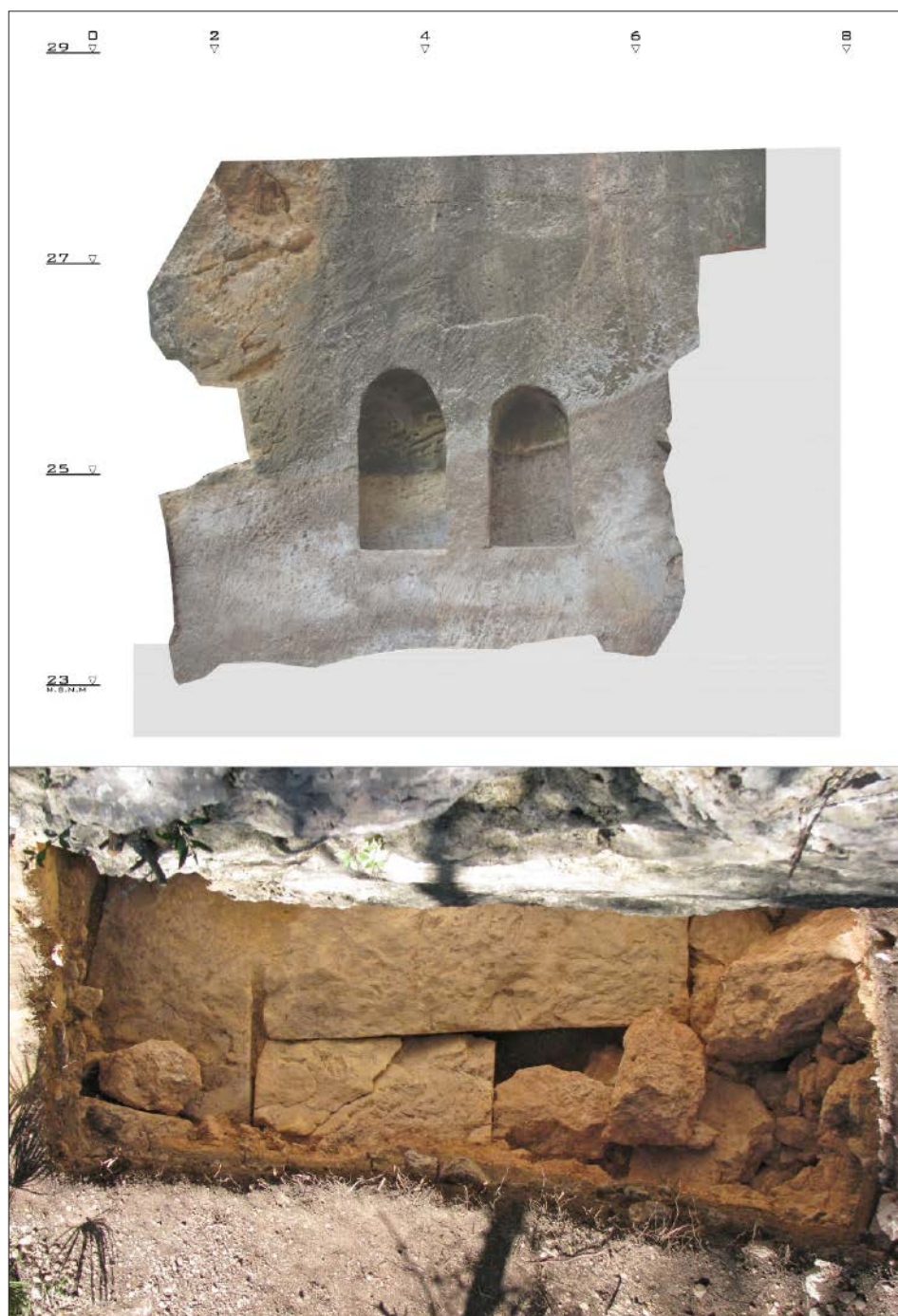


Figura 5. Alzado fotogramétrico y vista cenital del sondeo 600 (hornacinas y zona de extracción) (Unidad de Documentación Gráfica, ICAC).

de residuos de talla, ideales como áridos, que cubrían frentes antiguos. Una imagen del vuelo aéreo de 1956 refleja el alcance de estas explotaciones, cuyos trabajadores utilizaban la zona más fresca y con presencia de agua para descansar.⁵³

En cualquier caso, es evidente que el volumen de extracción antigua fue mucho mayor de lo calculado hasta la fecha –se estima que fueron alrededor de

150.000 m³ de piedra–, y que esta progresó de manera general en dirección norte y de forma intensiva en el área central (*Clot*) –hasta 20 metros de profundidad–, y en dirección norte pero en extensión en el sector este. En el sector oeste, también parece darse una actividad en extensión, aunque es difícil definir hasta qué punto, dado que los frentes se hallan más dispersos y significativamente cubiertos.

53. Según algunos testimonios orales y confirmado por el material encontrado en el interior del pozo. Se tiene constancia del uso de piedra del Mèdol para la construcción de la carretera nacional entre 1929 y 1933, y ya en la década de los años cincuenta, para la fachada de la Universidad Laboral en Tarragona.

Aspectos técnicos y organización del espacio

No insistiremos en el sistema de talla de bloques, bien conocido ya. Simplemente debemos notar que en El Mèdol se encuentran evidencias de todas las fases extractivas, desde la delimitación de bloques con líneas marcadas en la roca hasta bloques parcialmente delimitados por zanjas en uno, dos o tres de sus lados, e incluso, como en el sondeo 500, completamente arrancados. Pero sí cabe remarcar los diversos tamaños y formas de bloques documentados en contextos estratigráficos romanos, que confirman la adaptación a la demanda desde la primera fase de extracción, puesto que no existen fracturas o planos de estratificación en El Mèdol que determinen estas variaciones. Esta adaptación y economía de medios se refleja también en las zonas sin explotar por la presencia de cavidades cársticas dejadas en diferentes puntos de la cantera.

Por otro lado, queda clara la gran organización de la cantera en distintos espacios. Además de los frentes de extracción y las áreas de circulación ya mencionadas, es interesante ver la gestión de gran cantidad de residuos de talla consistentes en esquirlas, fragmentos mayores o incluso bloques desechados. Estos residuos fueron depositados en montículos cónicos principalmente situados en el espacio exterior entre el *Clot* y los frentes del sector occidental⁵⁴ y en el interior de la «sala septentrional»; en el sector oriental solo hay pequeños cúmulos, probablemente relacionados con la última fase de explotación. Pero, como hemos visto, estos residuos sirvieron también para acondicionar la rampa de acceso y la «sala meridional» como zona de paso (y quizás trabajo), así que es posible que otras partes de la cantera aún no excavadas hubieran sido acondicionadas de forma similar.

La disposición y el espacio originalmente ocupado por el taller y zona de depósito/control de bloques al sur de la cantera es menos clara, puesto que el montículo excavado entre 2007 y 2009 pudo ser resultado del desplazamiento de bloques dispersos durante la construcción de la autopista. Sin embargo, por su situación en la entrada de la rampa, fuera de la dirección de progresión de la extracción y orientada hacia la costa, está claro que se trata de un espacio destinado a la primera preparación, selección y organización de la producción, antes de ser trasladada hacia el punto

de embarque identificado en la costa, y de allí hacia la ciudad.

El pequeño cobertizo es de gran interés, no solo por ser la única construcción por ahora asociada directamente a la cantera, sino porque muestra la presencia de un punto de control de entrada y salida de personal y/o material, o incluso herramientas,⁵⁵ aspecto altamente interesante de la organización interna de la cantera.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar el espacio de culto (hornacinas) identificado en el interior del *Clot*, excepcional testigo de los aspectos transcendentales relacionados con la vida de los trabajadores y operarios de la cantera, más allá de la actividad productiva. Se trata un pequeño santuario rupestre en el que podemos suponer que se veneró al *genius loci*, a dioses relacionados con la naturaleza —como Silvano o Diana⁵⁶— o incluso Hércules, a menudo relacionado con las canteras,⁵⁷ hasta perder su valor sacro y ser «engullido» por el avance, inevitable, de la extracción antes de ser definitivamente abandonado y colmatado.

Bibliografía

- ABASCAL, Juan Manuel, ALMAGRO-GORBEA, Martín, CEBRIÁN, Rosario (2007), *Segóbriga. Guía del parque arqueológico*, Madrid.
- ALBIÑANA, Juan Francisco, BOFARULL, Andrés (1849), *Tarragona monumental, o sea descripción histórica y artística de todas sus antigüedades y monumentos celtas y romanos*, Tarragona.
- ALFAYÉ, Silvia, MARCO, Francisco (2014), «Santuarios en canteras y romanización religiosa en *Hispania y Gallia*», en Julio MANGAS MANJARRÉS y Miguel Ángel NOVILLO LÓPEZ (eds.), *Santuarios suburbanos y del territorio en las ciudades romanas*, Madrid, pp. 53-89.
- ÀLVAREZ, Aureli (1983), «Los materiales lapídeos y su significación cronológica», en *XVI Congreso Nacional de Arqueología (Cartagena, 1982)*, Zaragoza, pp. 833-836.
- ÀLVAREZ, Aureli (1984), «Estudio de los materiales lapídeos presentes en la epigrafía de Cataluña», en *Table ronde d'Epigraphie Hispanique. Problèmes de méthode et d'édition (Bordeaux, 1981)*, París, pp. 87-112.

54. Cubriendo en parte algunos de los frentes occidentales, que, a su vez, son cortados por los frentes más recientes.

55. Como se ha documentado, por ejemplo, en las canteras del Mons Claudianus (BÜLOW-JACOBSEN 1996, pp. 725-726).

56. Como por ejemplo los santuarios de las canteras de Saint-Béat y Segóbriga (SAPÈNE, 1946; ABASCAL, ALMAGRO-GORBEA, CEBRIÁN, 2007, p. 54).

57. Algunos ejemplos son la cantera de Brohltal ya mencionada, donde se han encontrado aras votivas dedicadas a *Hercules Saxanus* (FREUDENBERG, 1862) —es decir, el Hércules de las rocas—, o la cantera de Rasohe (isla de Brăc, Croacia), donde se encuentra un relieve rupestre con la figura de esta divinidad; para un resumen de las divinidades más veneradas en estos contextos, véase ALFAYÉ, MARCO, 2014.

- ÀLVAREZ, Aureli, CABELLO, Eduardo, PRADA, José Luis, BENET, Cristina (1994), «Canteras romanas de Tarraco y sus alrededores», en *XIV Congrès d'Arqueologia Clàssica. La ciutat en el món romà* (Tarragona, 1993), 2. Comunicacions, Tarragona, pp. 23-25.
- ÀLVAREZ, Aureli, DOMÈNECH, Ana, LAPUENTE, Pilar, PITARCH, Àfrica, ROYO, Hernando (2009a), «Espejón», en *Marbles and Stones of Hispania. Exhibition catalogue*, Tarragona, pp. 54-59.
- ÀLVAREZ, Aureli, GARCÍA-ENTERO, Virginia, GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna, RODÀ, Isabel (2009b), *El marmore de Tarraco. La denominada pedra de Santa Tecla i la seva utilització en època romana*, Tarragona.
- ÀLVAREZ, Aureli, GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna, RODÀ, Isabel (2010), «Las rocas ornamentales en las provincias del imperio: el caso del *broccatello* y la piedra de Santa Tecla», en Stefano CAMPOREALE, Hélène DESSALES y Antonio PIZZO (eds.), *Arqueología de la Construcción II. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y las provincias occidentales*, Anejos de AEspA, 57, Madrid-Mérida, pp. 539-554.
- ÀLVAREZ, Aureli, MAYER, Marc (1992), «Materiales lapídeos de origen local utilizados en época romana en la costa sur del litoral catalán», en *Unidad y pluralidad en el mundo antiguo. Actas del VI Congreso Español de Estudios Clásicos* (Sevilla, 1981), Madrid, pp. 303-310.
- BESSAC, Jean-Claude, LAMBERT, Nicole (1989), «La pierre à *Glanum*», *Les Dossiers d'Archéologie*, 140 (juillet-août), pp. 8-13.
- BLANC, Josep, *Arxiepiscopologi de la Santa Església Metropolitana i Primada de Tarragona* [1665], vol. II, reed. de la ed. de 1951 de la Agrupació de Bibliòfils de Tarragona, con transcripció y prólogo de Joaquim Icart, Tarragona, Excma. Diputació de Tarragona, Institut d'Estudis Tarraconenses «Ramón Berenguer IV», Secció d'Arqueologia i Història, 1985.
- BOADA, Martí (dir.) (2002), *El Mèdol*, Barcelona.
- BRAEMER, François (1986), «Répertoire des gisements des pierres ayant exporté leur production à l'époque romaine», en François BRAEMER (ed.), *Les ressources minérales et l'histoire de leur exploitation. Colloque international tenu dans le cadre du 108^e Congrès national des Sociétés Savantes* (Grenoble 1983), Paris, pp. 287-328.
- BÜLOW-JACOBSEN, Adam (1996), «Archaeology and Philology on Mons Claudianus 1987-1993», *Topoi*, 6/2, pp. 721-730.
- BUONOPANE, Alfredo, FRINO, Valeria (2012), «Un *sacello* rupestre di Silvano a Pescopagano (Potenza)», *Rivista di Archeologia*, 36, pp. 91-96.
- CANTO, Alicia M.^a (1978), «Avances sobre la explotación del mármol en la España romana», *Archivo Español de Arqueología*, 50-51, pp. 165-189.
- CARRERAS, Jaume, GARRIGA, Enric (1992), *El Mèdol: acta general d'un espai peculiar*, Tarragona.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (1988), *Mármoles hispanos: su empleo en la España romana*, Zaragoza.
- DASCA, Andreu, ROVIRA, Jordi (1991), «La pedrera del Mèdol», en *Aproximació a la investigació de la història antiga del Baix Gaià i conclusions de l'estudi del món indígena i el seu procés evolutiu des de l'arribada dels romans fins a les invasions del segle III dC*, Tarragona, pp. 101-110.
- DWORAKOWSKA, Angelina (1983), *Quarries in the Roman provinces*, Worclaw.
- FABREGAT, M.^a Reis (1997), «Les pedreres romanes de Tarragona», tesina defendida en el Departament d'Història i Geografia, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- FREUDENBERG, Johannes (1862), *Das Denkmal des Hercules Saxanus im Brohlthal*, Bonn.
- GOROSTIDI, Diana, LÓPEZ VILAR, Jordi (2015), «La *officina lapidaria* tarraconense en época augustal: actualización del corpus y primeras consideraciones», en Jordi LÓPEZ VILAR (ed.), *Tarraco Biennal. Actes. 2n Congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic. August i les províncies occidentals. 2000 aniversari de la mort d'August* (Tarragona, 26-29 novembre 2014), Tarragona, pp. 257-262.
- GOROSTIDI, Diana, LÓPEZ VILAR, Jordi, GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (en prensa), «The use of Alcover stone in Roman times (Tarraco, Hispania Citerior). Contributions to the *officina lapidaria Tarraconensis*», en *Proceedings of the XI ASMOSIA Conference (Split, 2015)*.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2009), *Roman quarries in the northeast of Hispania (modern Catalonia)*, Tarragona.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2011), «The Exploitation of Local Stone in Ancient Times: The Case of Northeastern Spain», *World Archaeology*, 43/2, pp. 318-341.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2014), «La producción de material lapídeo en el norte del *conventus Tarraconensis*: extracción, organización y gestión de las canteras», en Jacopo BONETTO, Stefano CAMPOREALE y Antonio PIZZO (eds.), *Anejos de Archivo Español de Arqueología*, 69. *Arqueología de la Construcción IV. Le cave nel mondo antico: sistemi di sfruttamento e processi produttivi*, Madrid-Mérida, pp. 311-328.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna, HUELIN, Sagrario, LÓPEZ VILAR, Jordi, RODÀ DE LLANZA, Isabel (2015), «Can a fire broaden our understanding of a Roman quarry? The case of El Mèdol (Tarragona, Spain)», en Patrizio PENSABENE y Eleonora GASPARINI (eds.), *ASMOSIA X. Proceedings of the Tenth International Conference. Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*, Roma, pp. 779-789.

- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna, LAPUENTE, Pilar, RODÀ, Isabel (eds.) (2012), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona, 2009)*, Tarragona.
- LÓPEZ VILAR, Jordi (1990), «Aportacions al coneixement de la pedrera del Mèdol», *Butlletí Arqueològic*, época v, núm. 12, pp. 99-102.
- LÓPEZ VILAR, Jordi, GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2016), «Intervencions arqueològiques a la pedrera del Mèdol», *Tribuna d'Arqueologia 2013-2014*, Barcelona, pp. 177-195.
- LÓPEZ VILAR, Jordi, GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2017) «L'embarcador romà de la Roca Plana (Tarragona)», *Auriga*, 88, pp. 15-17.
- MACIAS, Josep M., RODÀ, Isabel (2015), «Tarraco, the first capital», *Catalan Historical Review*, 8, pp. 9-28.
- RODÀ, Isabel (1994), «Los materiales de construcción en Hispania», en *XIV Congrès d'Arqueologia Clàssica. La ciutat en el món romà (Tarragona, 1993)*, 2. Comunicacions, Tarragona, pp. 323-443.
- RODÀ, Isabel (1998), «La explotación de las canteras en Hispania», *Hispania. El legado de Roma* (cat. expo.), Zaragoza, pp. 113-118.
- RODÀ, Isabel (2001), «Producción, materiales y circulación de sarcófagos en el Imperio romano», en José Miguel NOGUERA y Elena CONDE (eds.), *El sarcófago romano. Contribuciones al estudio de su tipología, iconografía y centros de producción*, Cartagena, pp. 51-77.
- ROIG PÉREZ, Josep Francesc, SIRISI PARREU, Marcel, SOLÀ AGUDO, Eduard, TRENOR ALLEN, Joan (2011), «El dipòsit de carreus del Mèdol (Tarragona). Resultats preliminars», *Tribuna d'Arqueologia 2009-2010*, pp. 383-405.
- SALA BARTROLÍ, Roger, TAMBA, Robert (inédito), «Jaciment arqueològic de la pedrera romana del Mèdol, Tarragona. Prospecció georradar de baixa freqüència (100MHZ). Memòria d'intervenció», memoria de intervenció, presentada en julio de 2013.
- SÁNCHEZ REAL, José (2000), «La comisión de monumentos y la cantera romana de El Médol», en *Obra menor v: articles històrics publicats a la premsa de Tarragona 1995-1998*, Tarragona, pp. 173-176.
- SAPÈNE, Bertrand (1946), «Autels votifs, atelier de marbres et sanctuaire gallo-romains découverts à Saint-Béat (Haute-Garonne) en 1946», *Revue de Comminges*, pp. 283-325.
- VANHOVE, Doris (1996), *Roman marble quarries in Southern Euboea and the associated road system*, Leiden-New York.
- WARD-PERKINS, J. B. (1971), «Quarrying in Antiquity: technology, tradition and social change», *Proceedings of the British Academy*, 57, pp. 137-158.

CANTERAS ANTIGUAS EN LA CUENCA DE CARAVACA (CARAVACA DE LA CRUZ, REGIÓN DE MURCIA, ESPAÑA)

Francisco Brotóns Yagüe
Museo Arqueológico de La Soledad - Caravaca de la Cruz
Sebastián F. Ramallo Asensio
Universidad de Murcia

Resumen

Se analizan en este trabajo un pequeño conjunto de canteras romanas ubicadas en la cuenca de Caravaca (Región de Murcia, España) donde se incide en los aspectos metodológicos de la investigación. Se presta una especial atención a las canteras del santuario iberrromano del cerro de la Ermita de La Encarnación, excavadas en los años noventa del siglo pasado, que fueron abiertas exclusivamente para extraer la piedra necesaria en la construcción de los templos romanos que desde el siglo II a. C. monumentalizaron este espacio sagrado. Se trata de una de las primeras canteras romanas que fue objeto de excavación arqueológica en la península ibérica, proporcionando numerosos datos técnicos y una secuencia estratigráfica que permite datar su abandono definitivo en época tardoantonina-severiana.

Palabras Clave: canteras, calcarenita, caliza, templos, extracción, estratigrafía, cerámica.

Resumé

L'étude porte sur les carrières situées dans la vallée de Caravaca (Province de Murcie, Espagne). Une attention particulière a été portée aux carrières situées à proximité du sanctuaire ibéro-romain situé sur le cerro de l'Ermita de La Encarnación. Fouillées dans les années 1990, elles ont servi exclusivement à l'extraction des pierres nécessaires à la construction des temples édifiés à partir du II^e siècle av. J.-C. Ces carrières ont été l'objet d'une des premières fouilles sur ce type de gisement en Espagne, fournissant alors de nombreuses données techniques et une séquence chronologique dont le terme se situe à l'époque des Sévères.

Mots clés : carriers, calcarénite, calcaire, temples, extraction, stratigraphie, céramique.

1. Medio siglo de investigaciones sobre canteras y materiales lapídeos

El estudio de las canteras romanas y de los materiales pétreos de carácter local utilizados en época romana ha sido un tema de interés reciente, frente al análisis de los *marmora* o rocas pulimentadas de color, que ha gozado de una mayor tradición en el ámbito de la investigación.¹ Entre los trabajos pioneros hay que mencionar el de A. Jodin sobre las canteras y los materiales utilizados en *Volubilis*,² siguiendo el camino marcado por Étienne,³ Feray y Paskoff⁴ y Boube,⁵ con una somera definición petrográfica de los tipos de roca empleados en la edilicia. Con un carácter más general, encontramos los estudios de Chevallier⁶ sobre canteras antiguas del ámbito galo,⁷ donde se plantean cuestiones de tipo metodológico para el inventario de las canteras de la Galia, y de Ward-Perkins⁸ acerca de los procesos de extracción, organización de las canteras y cuestiones de tipo social. De más envergadura, la monografía de Broise⁹ define un método de trabajo en el estudio de las canteras de Saboya y, poco después, Bessac y Fiches¹⁰ analizan una serie de piezas de *Ambrussum* (Hérault), incluyendo una caracterización petrográfica y una distribución en series cronológicas. El primero de ellos llevó a cabo una extensa producción bibliográfica sobre el utillaje y las canteras de las provincias galas.¹¹ Cerramos esta serie de trabajos de las décadas de los setenta y ochenta del siglo xx con la monografía de R. Bedon¹² sobre canteras y canteros de la Galia, ampliación de un trabajo anterior.¹³

En nuestro país, los primeros estudios realizados a finales de los años setenta del siglo xx estuvieron encaminados sobre todo a la caracterización de los *marmora* y las rocas ornamentales, descartando otros materiales de procedencia local; fueron pioneros los trabajos de

los mármoles policromos de Munigua¹⁴ y el de rocas y materiales empleados en Conimbriga,¹⁵ así como el estudio literario, epigráfico y arqueológico de las canteras hispanas abordado por Canto.¹⁶ La colaboración entre arqueólogos y geólogos comienza en los años ochenta del pasado siglo con los trabajos de caracterización petrográfica del *opus tessellatum*¹⁷ y de los soportes epigráficos,¹⁸ y en nuestra región motivará los primeros estudios sobre la procedencia de los materiales edilicios, musivarios y epigráficos de *Carthago Nova* y su *territorium* a partir de un proyecto de investigación titulado «Mineralogía y petrología de materiales arqueológicos» (1984). Los resultados quedaron reflejados en la publicación *Canteras romanas de Carthago Nova y alrededores (Hispania Citerior)*,¹⁹ donde se caracterizaron las principales canteras que abastecieron de material constructivo y ornamental a los talleres que desarrollaron su actividad en la metrópolis portuaria desde época púnica. Por primera vez se definió el mármol del Cabezo Gordo y se localizaron varias canteras de caliza gris, basaltos y andesitas de origen eruptivo y areniscas amarillentas, todas ellas situadas en un radio de entre 5 y 10 kilómetros respecto al núcleo urbano de *Carthago Nova*; además, se pudo concretar la procedencia del travertino rojo, empleado sobre todo para fustes, basas y capiteles, en los afloramientos cercanos a la población de Mula, situada a 76,5 kilómetros de *Carthago Nova*. Otros trabajos realizados en esta misma línea contribuyeron a impulsar la investigación sobre canteras romanas en la península ibérica.²⁰

En los años noventa comenzamos el proyecto de excavación del cerro de la Ermita de La Encarnación de Caravaca, que afectó a sendos edificios de culto iberrorromanos que hay en su cumbre. La colaboración interdisciplinar se centró, en un primer momento, en el análisis y la caracterización de las arcillas utilizadas

1. GNOLI, 1971.

2. JODIN, 1972.

3. ÉTIENNE, 1950.

4. FERAY, PASKOFF, 1960.

5. BOUBE, 1967.

6. CHEVALLIER, 1974.

7. CHEVALLIER, 1974.

8. WARD-PERKINS, 1972.

9. BROISE, 1977.

10. BESSAC, FICHES, 1979.

11. BESSAC, 1986; BESSAC, SABLAYROLLES, 2002.

12. BEDON, 1984.

13. ID., 1980.

14. GRÜNHAGEN, 1978.

15. TAVARES, 1977.

16. CANTO, 1977-1978.

17. FERNÁNDEZ, LÓPEZ, 1979; LÓPEZ, MINGARRO, FERNÁNDEZ, 1982; ÁLVAREZ, MAYER, 1983; RAMALLO, ARANA, 1984.

18. ÁLVAREZ, 1984.

19. RAMALLO, ARANA, 1987.

20. CISNEROS, 1989-1990; Loza, BELTRÁN, 1990.

en las terracotas arquitectónicas halladas en el cerro,²¹ pero muy pronto se extendió a los frentes de la cantera de calcarenita explotados durante la construcción de estos edificios. Fue la primera cantera romana excavada con metodología arqueológica en la península ibérica, lo que permitió conocer con detalle las características del proceso extractivo y confirmó la posibilidad de obtener una documentación cronoestratigráfica coherente en yacimientos de estas características, donde la volatilidad de los niveles antropogénicos de ocupación y abandono suele ser lo más habitual.²²

2. La evolución de las investigaciones en la cuenca de Caravaca.

Aspectos metodológicos

La cuenca de Caravaca, o cuenca alta de los ríos Argos y Quípar, ocupa un área del sector noroccidental de la provincia de Murcia que se encaja en el interior de los relieves de las zonas externas de las cordilleras Béticas, en la zona Subbética, conformando una depresión morfoestructural que conecta las vegas del río Segura con la cuenca sedimentaria intramontañosa Guadix-Baza. Delimitada por las divisorias de drenaje de ambos ríos, abarca una superficie total aproximada de unos 840 km² y alcanza unas cotas de elevación de 1.050 m en el sector occidental y 800 m en el oriental. Al norte, queda flanqueada por sierras de calizas jurásicas que ascienden hasta los 1.600 m s. n. m. (sierra del Gavilán, Mojantes), mientras que la zona sur se caracteriza por la existencia de relieves tabulares y en cuesta producidos por la erosión de los rellenos de materiales neógenos cuya edad más antigua llega hasta el Tortoniense.²³ Las extracciones interesaron tanto a las calizas jurásicas con nódulos o lechos de sílex del Dogger-Malm como, sobre todo, a las calcarenitas miocénicas del Tortoniense, que al ser más blandas facilitaban enormemente los trabajos de extracción y de labra.

Las excavaciones y prospecciones arqueológicas llevadas a cabo en el territorio de la cuenca desde el inicio de los años noventa del pasado siglo hicieron posible la catalogación de un importante conjunto de canteras antiguas y modernas. Todas ellas son explotaciones locales, de sitio, ajenas a los circuitos de comercialización, que cubren necesidades muy determinadas en momentos muy concretos. Las investigaciones sobre canteras romanas comenzaron a partir del año 1992, cuando procedimos al desbroce, desescombros y exca-

vación arqueológica de dos áreas extractivas reconocibles en las inmediaciones de los templos del cerro de la Ermita de La Encarnación, pequeños frentes que habían sido explotados para extraer bloques paralelepípedos de diferentes tamaños a lo largo de, al menos, tres fases constructivas ejecutadas entre la primera mitad del siglo II a. C. y la primera mitad del s. II d. C.²⁴ En 2010 un nuevo proyecto de investigación permitió llevar a cabo una prospección intensiva con cobertura total del terreno que afectó al espacio comprendido entre el barranco de Cavila y el barranco de los Canteiros (fig. 1); como resultado de aquellos trabajos, cuyos planteamientos metodológicos han sido expuestos en recientes publicaciones,²⁵ pudieron singularizarse nuevos frentes de extracción de época antigua y moderna en los flancos rocosos del estrecho de La Encarnación y en los mencionados barrancos.

Los datos, que fueron obtenidos sobre el terreno con tecnología GPS, han sido objeto de tratamiento con aplicaciones informáticas conocidas como sistemas de información geográfica (GIS), lo que nos ha permitido conjugar los resultados de la prospección pedestre con la información espacial contenida en los ficheros digitales LiDAR (Light Detection And Ranging). Estos ficheros, disponibles a través del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional, proporcionan una nube de puntos con información posicional, y otros atributos, obtenida mediante la emisión de pulsos láser sobre la superficie terrestre por un sensor óptico aerotransportado, abarcando cada uno de ellos un área de 2 x 2 km. Presentan una densidad media de 0,50 puntos/m² de superficie –nunca inferior a 0,40 puntos/m²–, lo que implica un espaciamiento entre puntos $\leq$ 1,41 m, una precisión general altimétrica equivalente a un error medio cuadrático (RMSE z) $\leq$ 0,20 m, una precisión global horizontal nadiral inferior a 0,30 m RMSE x,y (1 sigma) y una vertical nadiral inferior a 0,20 m RMSEz (1 sigma).²⁶ A partir de estos archivos es posible discriminar solo los puntos referidos al suelo para crear un modelo digital del terreno (DEM) y generar mapas de relieve sombreado (SRM) con una resolución que oscila entre 0,25 y 0,40 m (fig. 1). La creación de estos mapas facilita el reconocimiento de los frentes de extracción en la superficie del terreno con extraordinaria precisión, pero siempre y cuando manejemos adecuadamente la luz incidente y se eviten los efectos de inversión del relieve, para lo cual convencionalmente suele utilizarse la iluminación supe-

21. RAMALLO, 1993; ARANA, 1993.

22. BROTONS, RAMALLO, 1998.

23. GONZÁLEZ, 1997, p. 121.

24. BROTONS, RAMALLO, 1998.

25. ROS, BROTONS, RAMALLO, 2016, pp. 219-239.

26. <<http://pnoa.files.wordpress.com/2009/06/100113-especificaciones-pnoa-vuelo-combinado.pdf>>. Consultado el 10/01/2017.

rior izquierda (NW), 315° a 45° de elevación, si bien recientemente se ha apuntado también que con la luz incidente a 337,5° (N-NNW) se obtienen mejores resultados a la hora de percibir el relieve.²⁷

Esta información se ha visto complementada con la elaboración, a partir de los DEM, de planos microtopográficos, con una equidistancia de las curvas de nivel inferior o igual a los 0,25 m, que nos han permitido reconocer brascas rupturas o discontinuidades en las curvas de nivel que son indicativas de la existencia de pequeños sondeos extractivos y de frentes de canteras, lo que nos ha facilitado en extremo su localización y delimitación. La utilidad de estos métodos no destructivos en la investigación arqueológica está suficientemente contrastada desde hace ya algunos años, y su uso es hoy día habitual en el procesado de los datos de campo.²⁸

3. Las canteras antiguas de la cuenca de Caravaca

Del conjunto de canteras antiguas identificado en el territorio que nos ocupa, tan solo se ha intervenido con sondeos estratigráficos en las del cerro de la Ermita de La Encarnación. Sin embargo, son numerosas las evidencias de explotaciones que, a pesar de no haber sido nunca objeto de excavación arqueológica, pueden ser reconocidas. Trataremos de dar una visión general de algunas de estas, incidiendo en determinados aspectos particulares de los procedimientos extractivos.

3.1. La cantera del cerro de las Fuentes de Archivel

Fue reconocida y delimitada tras las intervenciones arqueológicas que iniciamos en el año 2000 (Datum ETRS89, Proyección UTM- Huso 30: 587091, 4215041). Se conoce un único frente de extracción, de unos 25 m de longitud en dirección E-W, cuya explotación avanzó progresivamente en dirección N-S. Se trata de un área de extracción de unos 950 m² de superficie situada en las inmediaciones de la estructura defensiva y de la que se extrajeron aproximadamente unos 950 m³ de piedra para la construcción de las estructuras defensivas y el caserío de una pequeña fortificación romana de mitad del s. I a. C. (fig. 2). No obstante, no podemos descartar en el cerro de las Fuentes una primera actividad extractiva en los inicios del segundo milenio antes de Cristo, cuando tiene lugar la construcción de un pequeño núcleo en alto protegido por una cerca.

Se aprovecharon los estratos calizos del Jurásico superior, con nódulos o lechos de sílex del Dogger-

Malm, que aparecen separados por diaclasas muy netas y buzados 35° en dirección SSW, lo que obligó a que la extracción no fuese exactamente horizontal, dada la necesidad de adaptarse a la pendiente de los estratos y a las juntas de estratificación. La explotación coetánea de distintos estratos a diferentes cotas de profundidad se evidencia en un perfil altimétrico irregular con forma de dientes de sierra que, tras el abandono del frente de extracción, pasó a formar parte del conjunto de defensas pasivas del *castellum*.

El hecho de no haber sido todavía excavada dificulta identificar con precisión la estrategia de explotación, si bien podemos determinar que las labores extractivas sobre todo afectaron en profundidad a dos estratos de unos 0,45-0,40 m de grosor que en apariencia parecen presentar una estructura más compacta, menos friable que otros estratos que hemos podido observar en sus inmediaciones. Se obtuvieron grandes bloques prismáticos que, sin ningún tratamiento estereotómico, fueron empleados en las cimentaciones de las estructuras defensivas, en tanto que las piezas de menor tamaño se destinaron a los zócalos de los *contubernia* y otras dependencias interiores. En la base de los estratos no se documentaron ni entalles ni rozas horizontales para el uso de cuñas, dado que la existencia de diaclasas tan patentes hacía innecesario su empleo; por el contrario, sí se observó la existencia de entalles verticales para propiciar la fractura perpendicular al plano de estratificación (fig. 2).

Su explotación se circunscribe temporalmente a una fecha comprendida entre el 49 y el 45 a. C. Descartamos que los frentes extractivos fuesen reavivados con motivo de la construcción de un *hisn* altomedieval en época Emiral, dado que el expolio de las estructuras precedentes proporcionó entonces la piedra necesaria.

3.2. La cantera de la Cabezuela de Barranda

Se trata de una cantera en fosa de muy reducidas dimensiones que suministró la piedra necesaria para la construcción de los zócalos de los muros perimétricos de la *turris* tardorrepublicana de Barranda (Datum ETRS89, Proyección UTM- Huso 30: 591518, 4210735). Ante la ausencia de excavaciones arqueológicas, solo podemos referirnos a ella en términos muy vagos: abierta sobre un pequeño promontorio alejado 230 m de la construcción, ocupa tan solo una superficie de unos 55 m² aproximadamente –indicativa de su escasa entidad y se laboreó una de las capas duras de biocalcarenita miocénica, que se dispone 34 m por debajo del coronamiento margoso del cerro de La Cabezuela, hasta encajarse en el substrato rocoso con una profundidad media estimada de poco más de 1 m.

27. BILAND, ÇÖLTEKIN, 2016, pp. 10-11.

28. LAPLAIGE *et alii*, 2011, pp. 527-533; MAYORAL, 2016.

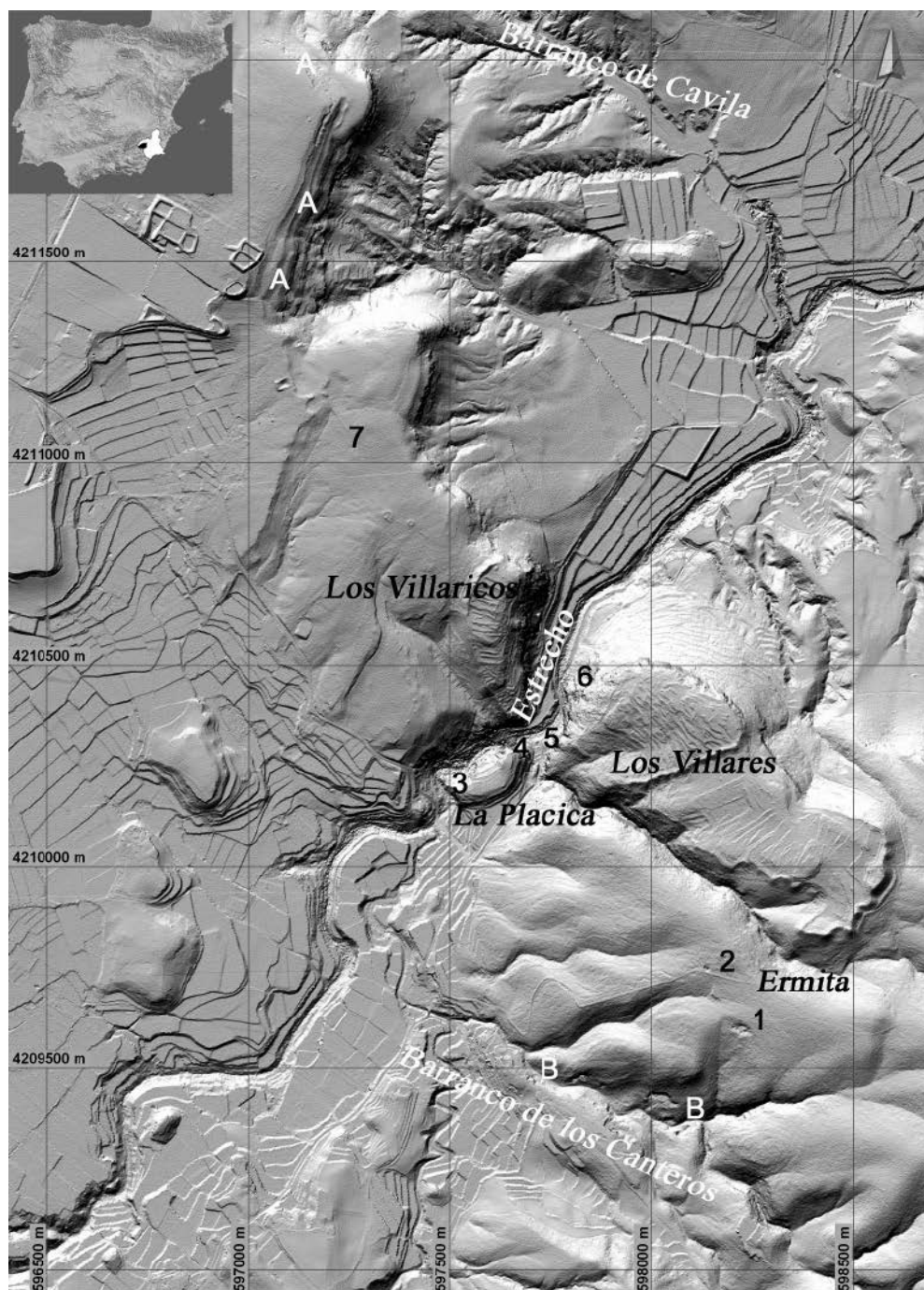


Figura 1. Localización de canteras sobre un mapa de relieve sombreado (SRM) del estrecho de las Cuevas de La Encarnación (elevación 45°, azimut 338°) realizado a partir de ficheros LiDAR del I.G.N. A y B: canteras modernas; 1 y 2: canteras romanas A y B del cerro de la Ermita de La Encarnación; 3 y 4: canteras antiguas de la Placica de Armas; 5 y 6: canteras antiguas de Los Villares; 7: canteras antiguas de Los Villaricos.

3.3. Las canteras romanas del estrecho de La Encarnación

Las recientes prospecciones intensivas llevadas a cabo en este paraje y sus alrededores nos han permitido localizar numerosas canteras que aprovecharon el tajo que el río Quípar produce en el substrato geológico, lo que demuestra la enorme importancia de las actividades extractivas ya desde los momentos finales de la época ibérica (fig. 1). Son evidentes algunos frentes de extracción poco profundos en la ladera suroccidental de Los Villares, a la altura de la confluencia del barranco de la Virgen con el río Quípar, y en el

cantil noroccidental por encima de la Cueva Negra. También en el pequeño cerro de la Placica de Armas se aprecian labores de extracción de época romana en los flancos rocosos suroeste y noreste, y, además, se ha documentado un laboreo más extensivo y difuso en la planicie que se extiende al noreste de Los Villaricos. En los barrancos de Cavila y de los Canteros hallamos el mayor número de canteras de biocalcarenita miocénicas del Tortoniense explotadas hasta nuestros días, una circunstancia que no facilita la localización de los frentes de época romana ni la cuantificación de las extracciones en ese momento, debido a la intensificación del laboreo de las calcarenitas a partir del siglo



Figura 2. Cerro de las Fuentes de Archivel. Vista cenital de las canteras y detalle de un entalle vertical para desprender los bloques.

xvi. Sin embargo, el reducido tamaño de la mayoría de los frentes de época romana que hemos podido identificar vienen a confirmar que nos encontramos ante explotaciones que solo satisfacen la demanda local, las necesidades generadas por las actividades edilicias que se desarrollaron en el *oppidum* de Los Villaricos o en algunas explotaciones rurales de mayor envergadura.

3.3.1. Las canteras del cerro de la Ermita

En los inicios de los años noventa del pasado siglo fue realizada una serie de sondeos estratigráficos en las canteras de este cerro, cuya explotación debió de comenzar en el siglo II a. C. a raíz de la primera monu-

mentalización arquitectónica del viejo santuario ibérico. Por una práctica cuestión de economía de medios, facilidad de transporte y simplificación de los diferentes procesos extractivos, dos canteras se explotaron a solo 150 y 75 metros, respectivamente, de los templos; se trataba de explotaciones abiertas desde la superficie a modo de grandes fosas, cuya profundidad se incrementaba progresivamente a medida que se intensificaban los trabajos. Es evidente que el proceso de transformación monumental del santuario quedó al margen de la tradición arquitectónica ibérica y que la explotación de las canteras, directamente relacionada con los procesos arquitectónicos y escultóricos de raigambre helenística,

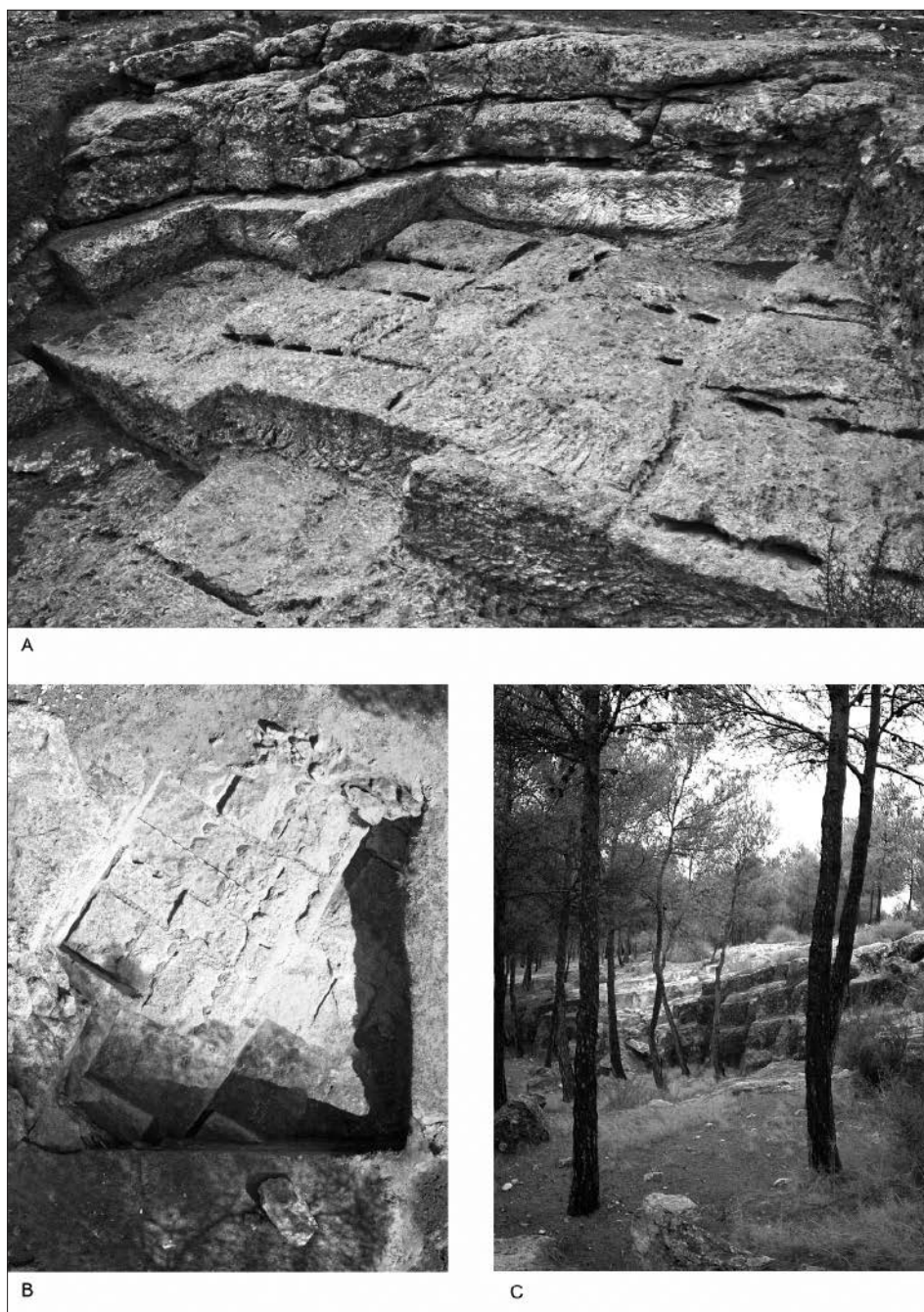


Figura 3. Cerro de la Ermita de La Encarnación. A: lechos y frente de extracción de la cantera B; B: vista cenital del sondeo estratigráfico 8100 en la Cantera B; C: escalonamiento de las bancadas de extracción en la cantera A.

tuvo que ser acometida desde la primera fase edilicia por oficinas itinerantes de canteros procedentes de *Carthago Nova*. Estos talleres aplicaron toda una serie de procedimientos concatenados que partían del diseño de los edificios por parte de proyectistas foráneos, proseguía con la extracción y el laboreo de la piedra y concluía con la erección del edificio tras un encaje perfecto de todos los elementos arquitectónicos.²⁹

El substrato geológico del cerro de la Ermita pudo ser sondeado en los inicios de las labores extractivas

con zanjas de una longitud de entre 3 y 6 metros, de unos 0,40 metros de anchura y una profundidad que nunca excedía los 0,50 metros. Son varios los sondeos de este tipo que se abrieron en las inmediaciones de los templos, quizá con el fin de averiguar qué bancos de extracción podían presentar las mejores características físicas. En las sucesivas bancadas se progresaba en planos horizontales y verticales que daban lugar a las características depresiones escalonadas o graderíos (fig. 3 C). El incesante avance de los trabajos tendía a fosili-

29. Para un estudio pormenorizado de los procedimientos extractivos, véanse WARD-PERKINS, 1972; BEDON, 1984, pp. 84-144; ADAM, 1984, pp. 23-60; ROCKWELL, 1989, pp. 69-201; DODGE, WARD-PERKINS, 1992, pp. 13-22. La terminología relacionada con los trabajos de cantería puede verse en: TOSCA, 1727; GARCÍA, 1996; BESSAC, 2002, pp. 189-194.

zar una pared elevada y vertical que constituía el frente de la cantera, y la intensificación de la extracción en el plano vertical ocasionaba, a menudo, que las viejas bancadas y las placetas de labra fuesen removidas o quedasen ocultas bajo gruesas capas de derrubios, lo que a menudo complica bastante los análisis estratigráficos y diacrónicos de las canteras.

Más allá de la retícula extractiva fosilizada en el plano horizontal, y de las huellas de las herramientas que todavía podemos ver en los frentes, fosas, rozas y lechos de extracción, es muy habitual para los investigadores carecer de cualquier evidencia de cultura material en la cantera; en el caso más improbable de que se hallen restos materiales de otras acciones más cotidianas de los canteros que puedan ser fechadas a través de los estudios ceramológicos o numismáticos –habitación, cocina, comensalía–, es frecuente que sean consecuencia de las actividades desarrolladas en un momento coetáneo a la última fase de explotación y que se hallen en niveles de frecuentación, en niveles de colmatación antrópica generados durante la adecuación de las efímeras placetas de labra o en niveles de abandono formados por la acción de los meteoros acuosos y aéreos sobre los restos de talla. De modo que, tal y como analizaremos a continuación a partir de la estratigrafía de las canteras del cerro de la Ermita, el propio devenir de los trabajos de extracción hace prácticamente imposible poder «leer» por completo la evolución cronoestratigráfica de los frentes, pero a veces sí es posible fechar el final de la explotación e incluso alguna fase previa.

Estratigrafía y cronología

La cantera A, abierta al sur del área sacra del cerro de la Ermita (Datum ETRS89, Proyección UTM- Huso 30: 598220, 4209601), adquirió pronto una planta de forma abarquillada a medida que progresaron los trabajos de extracción (fig. 4). Ocupa una extensión de 1030 m² en la que es posible estimar, promediando los valores de las cotas más superficiales de sus márgenes y las cotas más profundas en los lechos de todos los sondeos estratigráficos que llevamos a cabo, un volumen de piedra extraída cercano a 1.800 m³, cubicaje que hay que considerar con las debidas reservas. De los datos de la excavación, es imposible determinar cuántas fases de ocupación se produjeron, ya que, además de los lechos de extracción, en los sondeos solo hallamos un único y homogéneo estrato de colmatación vinculado a las actividades extractivas y sin interposición de capa de abandono alguna, lo que únicamente permite datar el postrero periodo de explotación y la conclusión definitiva del laboreo en la cantera.³⁰

No obstante, es frecuente hallar por debajo de esta capa un estrato limoso de poca potencia y distribución irregular (UE 7105 = 7307), estéril, formado por la escorrentía y el estancamiento de las aguas de lluvia, que sí podría estar evidenciando el abandono momentáneo de la actividad en la cantera. Por el contrario, el estrato rocalloso superpuesto constituido por los desechos de talla generados durante la extracción y el desbaste de los bloques (UE 7104 = 7306) debió de tener un origen antropogénico y responder a un relleno intencionado de los lechos durante el último momento de actividad con el fin de adecuar una pequeña placeta desde la que reavivar las labores en alguna bancada más elevada; ello explicaría que los materiales arqueológicos cerámicos se hallaran sobre todo en la superficie de contacto con el estrato de abandono que lo cubría (UE 7102 = 7304), sin apenas entremezclarse con la rocalla. Se evidenciarían de este modo al menos dos fases de ocupación, de las que solo podríamos datar con certeza la última frecuentación de la cantera atendiendo a la presencia de algunos individuos cerámicos de producciones culinarias africanas y regionales.

En concreto, junto a fragmentos informes de cerámicas pintadas de tradición indígena y de cerámica común de cocción oxidante, se identificó una cazuela de cerámica de cocina africana perteneciente a la categoría C conocida como «a patina cenerognola e ad orlo annerito», de la forma Hayes 197/Ostia III, 267 (fig. 5, 1), que muestra un borde almendrado algo excavado y escalonado hacia el interior con un leve surco superior; junto a esta se documenta también una tapadera de la producción regional de cerámica reductora del tipo ERW 1.7, de unos 16,5 cm de diámetro, que suele acompañar a las ollas ERW 1.3³¹ (fig. 5, 2). La cazuela africana Hayes 197 es una forma que suele fecharse entre los inicios del siglo II y un momento indeterminado del siglo V, si bien estudios más recientes apuntan su producción en talleres del norte de Túnez a finales del siglo II y siglo III, en tanto que la ERW 1.7 es una de las formas de la producción regional más estandarizadas durante época flavia.³²

En la cantera B la situación es algo diferente. Dejando a un lado la bancada más septentrional por su escasa potencia, hallamos al sur de aquella una fosa extractiva de unos 150 m² que llega a alcanzar una profundidad máxima promediada de 1,75 m y de la que pudieron ser extraídos unos 150 m³, aproximadamente (fig. 4). La hondonada que en superficie delataba su presencia fue sectorizada en cuatro cuadrantes, de los que excavamos el NO y el SE para poder obtener secuencias estratigráficas completas en latitud y en

30. Una descripción más detallada de la estratigrafía de las canteras A y B del cerro de la Ermita en BROTONS, RAMALLO, 1998, pp. 203 y ss.

31. REYNOLDS, 1993, p. 97; QUEVEDO, 2013, p. 1075.

32. ATLANTE I, 1981, p. 218, tav. CVII, 7; AQUILUÉ, 1995, p. 68; BONIFAY, 2004, p. 225; QUEVEDO, 2013, p. 1081; Id., 2015.

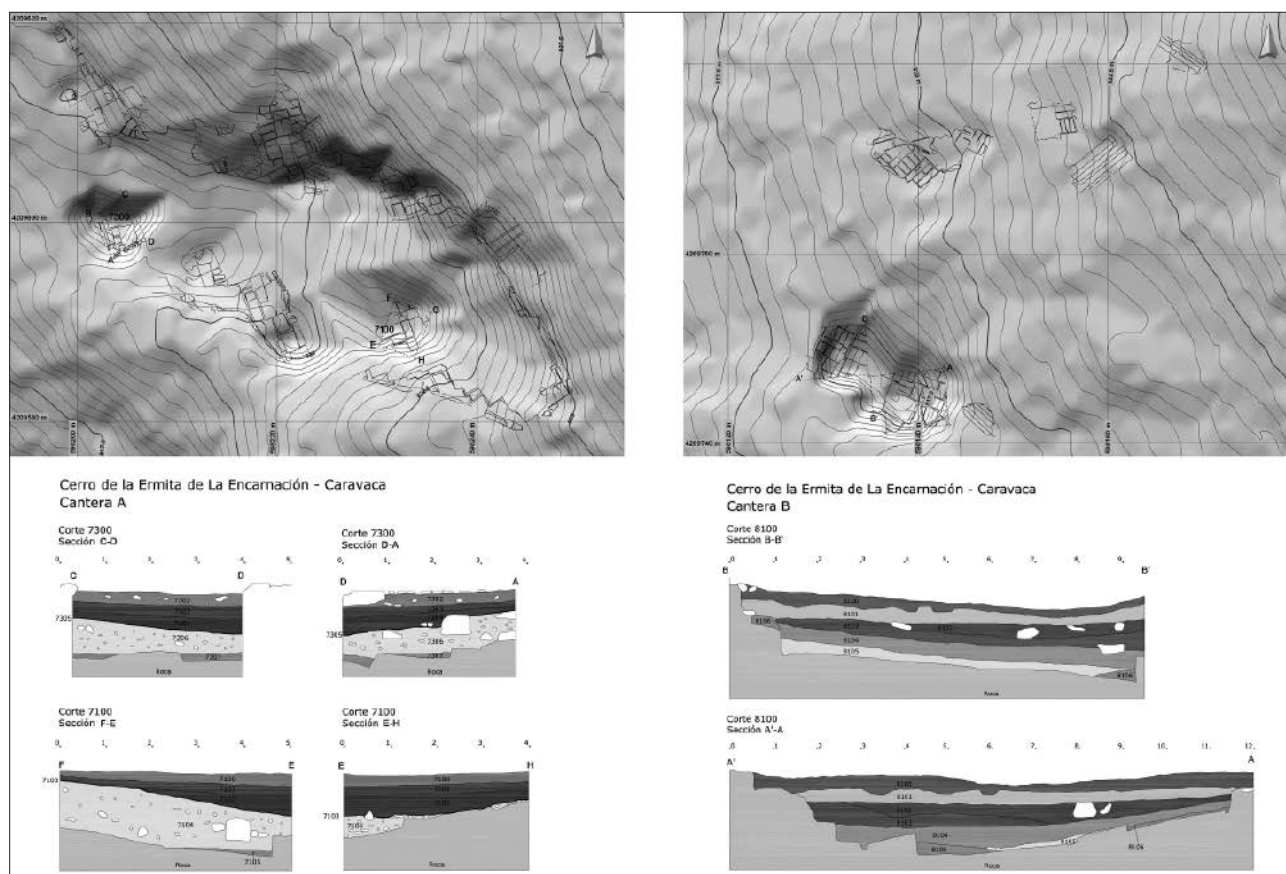


Figura 4. Topografía de elaboración propia a partir de un modelo digital de elevación (DEM) realizado con el tratamiento de la información recogida en los puntos de los ficheros LiDAR. Planimetría y estratigrafía de las canteras romanas A y B del cerro de la Ermita de La Encarnación.

longitud (Datum ETRS89, Proyección *UTM*- Huso 30: 598142, 4209750). Por debajo de los niveles de abandono más superficiales pudimos diferenciar dos estratos rocallosos de derrubios de cantería sin aparente solución de continuidad. El más profundo de ellos (UE 8105), poco potente, que aparecía dispuesto igualmente sobre limos estériles de distribución irregular (UE 8106), formaba una delgada capa cuya génesis se debía probablemente al deslizamiento de los detritos rocosos, desde las escombreras ubicadas en los márgenes hacia el plano de extracción más profundo, en un momento coetáneo a la explotación de la cantera durante el segundo tercio del siglo II d. C., por lo que muy posiblemente acabó constituyendo la superficie por la que circularon los canteros y explicaría que hallásemos en su «epidermis» la mayor parte de los restos materiales. Sin embargo, el estrato superpuesto de similar naturaleza (UE 8104), con un espesor máximo de 0,50 m y algo más terroso, presentó una distribución de los materiales cerámicos más dispar, lo

que nos hace sospechar que se trataba del primer nivel de abandono tras el cese de la actividad extractiva en época tardoantonina-severiana, quizá coincidiendo también con el abandono de la cantera A.

La UE 8105 aportó un pequeño pero homogéneo conjunto de cerámicas de mesa (fig. 5, 3-6) formado por un vasito de la forma Dr. 27 y un plato de la forma Dr. 18 en TSG y dos ejemplares de TSH lisa de la forma 15/17, muy exvasados y profundos, cubiertos por un barniz fino, mal conservado y sin brillo, y cuyas pastas recuerdan a las producciones posflavias de Los Villares de Andújar;³³ además, fue hallado un sestercio de Hadriano que por la leyenda del anverso puede atribuirse a las acuñaciones llevadas a cabo entre los años 134-138 d. C.,³⁴ lo que marca un *terminus post quem* que nos conduce a datar esta fase de explotación de la cantera en los primeros años del segundo tercio del siglo II d. C.

La UE 8104 ofreció un característico lote compuesto de un ejemplar de vajilla de mesa, el cuenco

33. FERNÁNDEZ, ROCA, 2008, pp. 309 y ss.

34. Anv.: [HADR]IANVS AVG. COS. III P.P. Busto desnudo a la derecha. Rev.: AEQVI-TAS AVG. *Aequitas*, drapeada, de pie y a izquierda, sosteniendo la balanza en la mano derecha y la pértica en la izquierda. S C a izquierda y derecha en el campo (RIC 795; CREBM 1481).

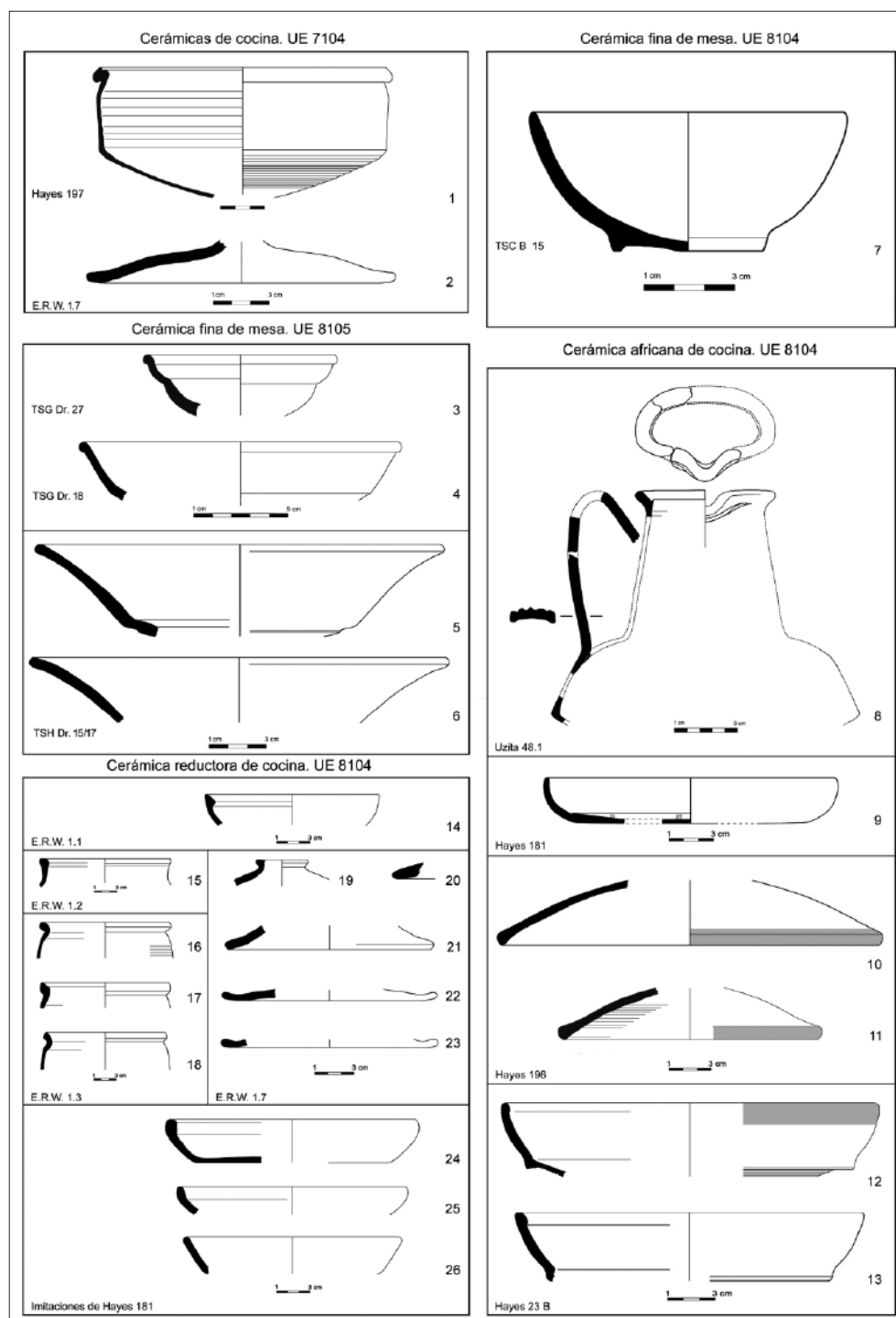


Figura 5. Contextos cerámicos de las canteras A y B del cerro de la Ermita de La Encarnación.

hemiesférico de TSC B de la forma 15/Lamb. 1958, tipo 8 (fig. 5, 7), que aparece cubierto con un engobe brillante de reflejos metálicos, y un conjunto de cerámicas culinarias africanas (fig. 5, 8-13) correspondiente a seis ejemplares de cazuelas de la forma H. 23B con el típico barniz interior A2 y uno de la forma H. 181, a los que acompañaban dos más de plato-tapadera de

la forma H. 196/Ostia III, 332 y otro ejemplar de jarra para hervir líquidos de la forma Uzita 48.1. La producción de la forma 15 de TSC B está fechada a partir del 200 d. C.,³⁵ momento en torno al cual también se podría ubicar el plato-cazuela H. 181 al adoptar un tipo de borde de la variante C de Bonifay datada a finales del siglo II y el siglo III,³⁶ así como la jarra Uzita

35. DESBAT, 1988, p. 97.

36. BONIFAY, 2004, p. 214.

48.1, que, al presentar un cuello menos estilizado y un borde trilobulado con pico vertedor poco desarrollado, parece comenzar a alejarse del tipo más clásico que conocemos en el siglo II y preludiar las variantes más tardías, si bien la ausencia de producciones africanas tipo C no nos permite fecharla más allá de los inicios del siglo III;³⁷ la cronología de estas piezas permite acotar las dataciones más amplias de la tapadera H. 196, con el borde ligeramente engrosado, bien documentada en niveles de los siglos II y III,³⁸ y de la cazuela H. 23B, que si bien se constata desde los inicios del siglo II, no se generaliza en *Carthago Nova* hasta media la centuria.³⁹ La producción regional de cerámicas reductoras de cocina (E.R.W.), que recientemente ha sido bien caracterizada en *Carthago Nova* en contextos estratigráficos de los siglos II-III d. C.,⁴⁰ también está muy bien representada (fig. 5, 14-26), habiéndose registrado una olla con cuello recto y borde engrosado al exterior de la forma 2, así como tres ejemplares con el borde exvasado y perfil en S de la forma 3 que están acompañadas por tapaderas de la forma 7 de variados tamaños y perfiles; además, aparece un ejemplar de cazuela de la forma 1 con el característico engrosamiento de borde hacia el interior y otros tres ejemplares que podrían corresponder a imitaciones regionales del plato-cazuela de cerámica culinaria africana H. 181, si bien el número 26 de la figura 5 parece estar elaborado por otro taller. En suma, un conjunto de materiales que nos permiten datar la definitiva conclusión de la explotación de esta cantera en el tránsito del siglo II al siglo III d. C. pero que, sin embargo, no nos autoriza a suponer la existencia de un dilatado periodo de extracción desde el segundo tercio del siglo II hasta los inicios del siglo III, sino más bien de dos cortos periodos de actividad separados por un hiato temporal de más de medio siglo.

Aspectos tecnológicos

La escasa superficie de ambas canteras afectadas por la excavación arqueológica limita en parte la información que tenemos sobre el laboreo de piedra, sin que esto sea óbice para poder realizar un estudio detallado y preciso de los frentes y lechos que permanecen conservados. La desaparición de las soleras previas a la última fase de explotación no nos impide llevar a cabo un detallado análisis del método de extracción y obtener una rica información sobre el sistema de trabajo relativa a las técnicas de laboreo, las herramientas utilizadas y la modulación de los bloques extraídos.

Por lo que respecta a la cantera A, su explotación se organiza con arreglo a una retícula establecida siguiendo ejes perpendiculares orientados 341° NNW/71° NEE, alineaciones que siguen aquí todas las fosas de extracción sin ninguna alteración de la orientación en las sucesivas bancadas. Sin embargo, en la cantera B se documentan hasta tres alineaciones distintas: 349° NNW/79° NEE y 316° WNW/46° NNE en la bancada septentrional, de desarrollo más limitado y superficial, y 296° W/26° N en la bancada meridional, donde es posible contar, coincidiendo a menudo con las diaclasas o «pelos» de estratificación geológica, hasta cinco planos o lechos sucesivos que mantienen la misma alineación de la retícula extractiva (figs. 4 y 5 A); es probable que el cambio de alineaciones en una superficie tan limitada como la de la cantera B pueda estar indicando distintas fases de actuación, pero carecemos de evidencias materiales suficientes para poder afirmarlo con rotundidad.

Las configuraciones de las retículas quedan de manifiesto en ambas canteras gracias a las fosas de extracción de los bloques pétreos que todavía permanecen fosilizadas en los lechos (fig. 5, A y B). De sus alineaciones se deduce que durante la explotación de la bancada, cuyos intervalos de progresión horizontal vienen dados por las anchuras de los bloques, se produjo en ocasiones una alternancia o cambio en la dirección del frente de talla causada por la delimitación de las piezas, bien a soga, bien a tizón. Las fosas de extracción siempre rodean a los bloques por tres de sus lados y alcanzan una profundidad próxima a su altura, que en las piezas extraídas en la cantera A oscila, según las bancadas (fig. 5 C), entre los 25 y 50 cm, mientras que en la cantera B se mantiene más o menos constante en los 50 cm. Las fosas adoptan un característico perfil en V debido a que por encima presentan anchuras de entre 7 y 15 cm que se estrechan progresivamente hasta los 4 cm en la base; los canteros utilizaron una escoda para su labra que, a tenor de las improntas de los impactos que hemos podido medir en los lechos de ambas canteras, tenía un filo recto de 3 cm, muy apropiado para las piedras blandas.⁴¹ Los 50 cm de altura de los bancos fueron rebajados con cinco series de picadas de 10, 8, 8, 8 y 16 cm, respectivamente, en sentido alterno y al bies, con una inclinación cercana a unos 35°, que en la picada más profunda podía aumentar hasta los 60° al complicarse el manejo y la precisión de la herramienta. Una vez concluidas las fosas laterales se procedía a vaciar entre tres y cinco forámenes por bloque en la base del frente de la bancada para encajar cuñas de madera,

37. BONIFAY, 2004, pp. 229-231; GONZÁLEZ *et alii*, 2015, pp. 181-184.

38. ATLANTE I, 1981, p. 212, tav. CIV, 3; AQUILUÉ, 1995, p. 67; BONIFAY, 2004, pp. 225-227.

39. ATLANTE I, p. 217; AQUILUÉ, 1995, p. 69; BONIFAY, 2004, p. 211; QUEVEDO, 2015, p. 105.

40. QUEVEDO, 2013, pp. 1072 y ss.

41. BESSAC, 1991, pp. 94 y 99.

probablemente guarnecidas con placas de hierro, con las que provocar el desprendimiento de la piedra. Todo el detrito de talla que se producía en las canteras como consecuencia de los trabajos de extracción y desbaste preliminar era vertido en el entorno inmediato de ambas y, en ocasiones, como ya apuntamos al analizar la estratigrafía, las escombreras fueron removidas parcialmente en alguna fase de ocupación para adecuar placetas de labra.

Por lo que respecta a la modulación de los bloques relativa a los valores de longitud y anchura, en la cantera A se pudieron medir dieciocho improntas que a pesar de su nula representatividad estadística permiten apuntar al módulo 140 x 70 cm como valor de mayor frecuencia, documentado hasta seis veces, seguido de un módulo que se mueve en valores próximos a 150 x 65 cm y que aparece en cinco ocasiones. En cuanto a la cantera B, con cuarenta improntas, el módulo en torno a 120 x 60 cm aparece representado diez veces, seguido del módulo 150 x 72 cm con seis. Si el cómputo se realiza sobre el número total de improntas reconocidas en ambas canteras, el módulo más frecuente está en torno a 120 x 60 cm (4 x 2 pies romanos), con quince improntas de un total de cincuenta y ocho, seguido de un módulo cercano a 150 x 72 cm (5 pies x 2,5 pies romanos), que aparece once veces. Es llamativo que el 75 % del total de improntas tengan unas dimensiones de longitud que aproximadamente corresponden al doble de la anchura.

Por último, queremos destacar la dificultad que encontramos para relacionar estos módulos con los sillares de los muros y las losas de la plataforma del templo B, con las cimentaciones del templo A, o con otros elementos arquitectónicos, cuya variabilidad metrológica es muy alta debido sobre todo al alto grado de reposición. Analizar esta cuestión en profundidad excedería los límites de este artículo.

4. Valoraciones y perspectivas

La mayor parte de las explotaciones antiguas de la cuenca de Caravaca son solo conocidas superficialmente gracias a las investigaciones arqueológicas de la última década empleando técnicas inocuas de prospección. La puntual demanda local no fue suficiente para prolongar en el tiempo las actividades extractivas y el abandono definitivo de las construcciones que motivaron la apertura de estas explotaciones acabó también por provocar su ocaso.

Por lo que respecta a las canteras del cerro de la Ermita, la investigación no puede darse por concluida. Restan por finalizar los trabajos que tratan de poner en relación el volumen de piedra extraída en las canteras con el cubicaje de la piedra empleada en las diferentes fases constructivas de los dos templos que

monumentalizaron desde el siglo II a. C. el viejo santuario ibérico. El cómputo que hemos realizado con los datos de campo disponibles hasta el momento nos permite estimar en 1.950 m³ el volumen de piedra total que pudo ser extraído de las dos canteras en conjunto, pero el cálculo del volumen de piedra que pudo ser empleado en la segunda fase del templo B se cifra en 230 m³, y en 450 m³ en la tercera, a los que habría que añadir unos 55 m³ empleados en el templo A y, por último, un volumen de piedra durante la primera fase del templo B que, si bien no es posible cuantificar, solo debió de ser ligeramente superior a la del templo A.

En suma, las estructuras de culto requirieron a lo largo de todas sus fases constructivas una cantidad de piedra que calculamos con muchas reservas en unos 850 m³, a la que habría que sumar el volumen necesario para un mantenimiento adecuado y restar una cantidad indeterminada por la posible reutilización de elementos arquitectónicos de las fases previas. Sea como fuere, esta cantidad es escasa en comparación con el volumen de piedra extraído de las canteras, a lo que hemos de añadir que, si bien las pérdidas durante el laboreo pudieron ser muy elevadas por razones puramente físico-químicas o mecánicas, resulta muy difícil aceptar que el volumen de piedra desechado superase el volumen empleado en las construcciones, más teniendo en cuenta que hemos de descartar un aprovechamiento de estas canteras para obras civiles por su vínculo inalienable con el santuario. Esperamos que la complejidad de estos análisis disminuya a medida que avancen las investigaciones relativas a la modulación de los templos.

Bibliografía

- ADAM, Jean-Pierre (1984), *La construction romaine. Matériaux et techniques*, París.
- ÀLVAREZ, Aureli (1984), «Estudio de los materiales lapídeos presentes en la epigrafía de Cataluña», *Epigraphie Hispanique. Problèmes de méthode et d'édition*, París, pp. 87-112.
- ÀLVAREZ, Aureli, MAYER, Marc (1983), «Análisis petrográfico», en Janine LANCH, *La mosaïque cosmologique de Mérida*, MCV, 19, pp. 60-68.
- AQUILUÉ, Xavier (1995), «La cerámica común africana», en *Ceràmica comuna romana d'època alto-imperial a la Península Ibèrica*, Monografies Emporitanes, 8, pp. 61-72.
- ARANA CASTILLO, Rafael (1993), «Estudio mineralógico de unas terracotas del templo romano de La Encarnación (Caravaca, Murcia)», *AEspA*, 66, pp. 99-106.
- ATLANTE I [CARANDINI, Andrea (dir.)] (1981), *Atlante delle forme ceramiche. 1, Ceramica fine romana nel*

- bacino mediterraneo (medio e tardo Impero)*, EAA, Roma.
- BEDON, Robert (1980), «Villes et carrières en Gaule romaine», *Caesarodunum. Bulletin de l'Institut d'études latines et du Centre de recherches A. Piganiol*, 15, pp. 17-24.
- BEDON, Robert (1984), *Les carrières et les carriers de la Gaule romaine*, París.
- BESSAC, Jean-Claude (1986), *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre, de l'Antiquité à nos jours*, supplément 14 de la *Revue archéologique de narbonnaise*.
- BESSAC, Jean-Claude (1991), «Étude d'un outil d'extraction: l'escoude», en Jacqueline LORENZ y Paul BENOIT (eds.), *Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes*, Colloques du CTHS, 7, pp. 93-105.
- BESSAC, Jean-Claude (2002), «Glossaire des termes techniques», *Gallia*, 59, pp. 189-194.
- BESSAC, Jean-Claude, FICHES, Jean-Luc (1979), «Étude des matériaux en pierre découverts à Ambrussum (Villetelle, Hérault)», *Archéologie en Languedoc*, 2, pp. 127-155.
- BESSAC, Jean-Claude, SABLAYROLLES, Robert (2002), «Recherches récentes sur les carrières antiques de Gaule. Bilan et perspectives», *Gallia*, 59, pp. 175-188.
- BILAND, Julien, ÇÖLTEKIN, Arzu (2016), «An empirical assessment of the impact of the light direction on the relief inversion effect in shaded relief maps: NNW is better than NW», *Cartography and Geographic Information Science* (consultado el 28/12/2016).
- BONIFAY, Michael (2004), *Études sur la céramique romaine tardive d'Afrique*, BAR International Series, 1301, Oxford.
- BOUBE, Jean (1967), «Documents d'architecture maurétanienne au Maroc», *BAM*, VII, pp. 263-367, esp. pp. 265-274 («Les matériaux»).
- BROISE, Pierre (1977), «Recherches sur les carrières antiques de Savoie. Essai de méthode», en *Actes du Colloque «Géographie Commerciale de la Gaule*», París 1976, *Caesarodunum*, XII-2, pp. 204-407.
- BROTÓNS, Francisco, RAMALLO, Sebastián F. (1998), «Excavaciones arqueológicas durante el año 1992 en el Cerro de la Ermita de La Encarnación (Caravaca de la Cruz-Murcia)», *Memorias de Arqueología*, 7, Murcia, pp. 199-210.
- CANTO, Alicia M. (1977-1978), «Avances sobre la explotación del mármol en la España romana», *AEspA*, 50-51, pp. 165-188.
- CHEVALLIER, Raymond (1974), «Pour un inventaire des carrières antiques de Gaule. Problématique de l'étude», *Caesarodunum. Bulletin de l'Institut d'études latines et du Centre de recherches A. Piganiol*, 9, pp. 184-205.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (1989-1990), «Sobre la explotación de calizas en el Sur de España en época romana. Canteras de Gádor (Almería), Atarfe (Granada), Antequera (Málaga) y Cabra (Córdoba)», *Caesaraugusta*, 66, pp. 123-143.
- DESBAT, Armand (1988), «La Sigillée Claire B: état de la question», en *SFÉCAG, Actes du Congrès d'Orange*, 12-15 mai 1988, pp. 91-99.
- DODGE, Hazel, WARD-PERKINS, John Bryan (1992), *Marble in Antiquity*, Archaeological Monographs of the British School at Rome, 6, Londres, pp. 13-22.
- ÉTIENNE, Robert (1950), «Les carrières de calcaire dans la région de Volubilis (Maroc)», *BCTH*, pp. 23-32.
- FERAY, Guy, PASKOFF, Roland (1960), «Recherches sur les carrières romaines des environs de Volubilis», *BAM*, VI, pp. 481-487.
- FERNÁNDEZ GALIANO, Dimas, LÓPEZ DE AZCONA, María Concepción (1979), «Mosaicos romanos de Alcalá de Henares: arqueología y petrología de teselas», *Las Ciencias*, XLIV, pp. 113-122.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, María Isabel, ROCA ROUMENS, Mercedes (2008), «Producciones de *Terra Sigillata* Hispánica», en Darío BERNAL CASASOLA y Albert RIVERA I LACOMBA (coords.), *Cerámicas hispanorromanas. Un estado de la cuestión*, pp. 307-332.
- GARCÍA RAMOS, Martín (1996), *El mundo de los canteros y el léxico del mármol*, Albolote.
- GNOLI, Raniero (1971), *Marmora romana*, Roma.
- GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, Francisco Miguel (1997), «Evolución geomorfológica de la Cuenca de Caravaca (Murcia): El resultado de un cambio de red de drenaje durante el Pleistoceno medio», *Geogaceta*, 21, pp. 121-124.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, Ricardo *et alii* (2015), «La céramique culinaire africaine. Typo-chronologie, fonction et diffusion de la forma Uzita 48.1», *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 45-2, pp. 169-194.
- GRÜNHAGEN, Wilhelm (1978), «Farbiger Marmor aus Munigua», *MM*, 19, pp. 290-306.
- JODIN, André (1972), «Remarques sur la pétrographie de Volubilis», *Bulletin d'archéologie marocaine*, VIII, 1968-1972, pp. 127-177.
- LAMBOGLIA, Nino (1958), «Nuove osservazioni sulla "terra sigillata chiara"», I, *Rev. d'Et. Ligures*, 24, 3-4, pp. 257-330.
- LAPLAIGE, CLÉMENT *et alii* (2011), «Apports des prospections non destructives à la connaissance du quartier artisanal antique de l'Essarté, *Epomanduodurum*, commune de Mathay (Doubs)», *Revue Archéologique de l'Est*, 60, pp. 523-535.
- LÓPEZ DE AZCONA, María Concepción, MINGARRO MARTÍN, Francisco (1986), «Estudio petrológico de los mosaicos de Andelos», *Trabajos de Arqueología Navarra*, 5, pp. 147-163.
- LÓPEZ DE AZCONA, María Concepción, MINGARRO MARTÍN, Francisco, FERNÁNDEZ GALIANO, Dimas (1982), «Petrología arqueológica: teselas de Atenas

- y Alejandría», *Revista de la Universidad Complutense*, 1, pp. 59-67.
- LOZA AZUAGA, María Luisa, BELTRÁN FORTES, José (1990), *La explotación del mármol blanco de la sierra de Mijas en época romana: estudio de los materiales arquitectónicos, escultóricos y epigráficos*, Barcelona.
- MAYORAL HERRERA, Vitorino (coord.) (2016), *La revalorización de zonas arqueológicas mediante el empleo de técnicas no destructivas*, *AEspA*, LXXV, Mérida.
- QUEVEDO, Alejandro (2013), «La Cerámica reductora de cocina de *Carthago Nova* (Cartagena, España), s. II-III d.C.», en Lourdes GIRÓN, María LAZARICH, María CONCEIÇÃO LOPES (coords.), *Actas del I Congreso Internacional sobre Estudios Cerámicos. Homenaje a la Dra. Mercedes Vegas (Cádiz, 1 al 5 de noviembre de 2010)*, Cádiz, pp. 1065-1100.
- QUEVEDO, Alejandro (2013), «La Cerámica reductora de cocina de *Carthago Nova* (Cartagena, España), s. II-III d.C.», en Lourdes Girón (ed.), *I Congreso Internacional sobre Estudios Cerámicos. Homenaje a la Dra. Mercedes Vegas (30 de octubre - 5 de noviembre 2010, Cádiz)* 1065-1100.
- QUEVEDO, Alejandro (2015), *Contextos cerámicos y transformaciones urbanas en Carthago Nova (s. II-III d. C.)*, Roman and Late Antique Mediterranean Pottery, 7, Oxford.
- RAMALLO ASENSIO, Sebastián F. (1993), «Terracotas arquitectónicas del Santuario de La Encarnación (Caravaca de la Cruz, Murcia)», *AEspA*, 66, pp. 71-98.
- RAMALLO ASENSIO, Sebastián F., ARANA CASTILLO, Rafael (1984), «Mosaicos romanos de *Carthago Nova*. Aspectos técnicos», en *IV Internationalen Mosaikkolloquium*, Tréveris (inédito).
- RAMALLO ASENSIO, Sebastián F., ARANA CASTILLO, Rafael (1987), *Canteras romanas de Carthago Nova y alrededores (Hispania Citerior)*, Murcia.
- REYNOLDS, Paul (1993), *Settlement and Pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain) A.D. 400-700*, BAR International Series, 588.
- ROCKWELL, Peter (1989), *Lavorare la pietra*, Roma.
- ROS, MARÍA MILAGROSA, BROTONS, FRANCISCO, RAMALLO, Sebastián F. (2016), «Aproximación al horizonte Preibérico-Ibérico Antiguo en el Noroeste murciano: La prospección del oppidum de Los Villares del Estrecho de las Cuevas de La Encarnación (Caravaca de la Cruz)», en *Homenaje a la profesora Concepción Blasco Bosqued. Anejos a CuPAUAM*, 2, pp. 219-239.
- TAVARES, A. (1977), «Matériaux de construction et de décoration», en Jorge ALARCÃO y Robert ÉTIENNE, *Fouilles de Conimbriga I. L'architecture*, París, pp. 271-277.
- TOSCA, Tomás Vicente (1727), *Tratado de la montea y cortes de cantería*, Madrid (reed. copia facsímil, Valencia, 1992).
- WARD-PERKINS, John Bryan (1972), «Quarrying in antiquity. Technology, tradition and social change», *Proceedings of the British Academy*, 57, pp. 137-158.

ANÁLISIS FORMAL DE LAS EVIDENCIAS DE EXPLOTACIÓN ANTIGUA EN LA LOMA DE LOS CASTILLEJOS DE ALMADÉN DE LA PLATA (SEVILLA)*

Ruth Taylor

Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla

Resumen

Las referencias a Almadén de la Plata (Sevilla, España) son numerosas en el marco de las investigaciones sobre explotación, distribución y uso de mármoles y otras rocas ornamentales peninsulares de interés histórico, abiertas en España desde finales de los años 1970, pero hay que destacar con fuerza la práctica ausencia en la bibliografía de datos específicos sobre las características físicas de estas canteras. Centramos aquí nuestra atención sobre la presentación de las evidencias de procesos extractivos y postextractivos identificadas en un paraje singular: la Loma de los Castillejos. Conocidas desde hace varias décadas, estas evidencias nunca han sido objeto de un análisis formal detallado.

Palabras clave: Almadén de la Plata, canteras antiguas, mármol, análisis formal.

Resumé

Les références a Almadén de la Plata (Séville, Espagne) sont nombreuses dans le cadre de la recherche sur l'exploitation, la distribution et l'usage des marbres et autres roches ornamentales péninsulaires d'intérêt historique, ouverte en Espagne dès la fin des années 1970, mais il faut sans doute souligner la grande absence de données spécifiques concernant les caractéristiques physiques de ces carrières. Nous centrons ici notre attention sur la présentation des procédés d'extraction et des travaux post-extractifs identifiées sur un site singulier : la Loma de los Castillejos. Connues depuis plusieurs décades, ces évidences n'ont jamais été l'objet d'une analyse formelle détaillée.

Mots clés : Almadén de la Plata, carrières antiques, marbre, analyse formelle.

*Agradecemos a los organizadores del coloquio «Canteras antiguas de la península ibérica» su invitación a participar en estas jornadas fructíferas en la Casa de Velázquez en Madrid y su interés por los trabajos recientes desarrollados desde la Universidad de Sevilla, apoyados por el «Proyecto *Marmora*. Innovaciones en el estudio arqueológico y arqueométrico del uso de los *marmora* en la Baetica: Arquitectura, Escultura, Epigrafía» (HAR2013-42078-P del Plan Estatal 2013-2016 del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España), liderado por José Beltrán Fortes.

La Loma de los Castillejos se emplaza en el sector oriental del término municipal de Almadén de la Plata, al norte de la provincia de Sevilla, a unos 10 kilómetros en línea recta de la población actual y a proximidad del valle del río Viar. La loma está conformada por dos elevaciones discontinuas, con una altura máxima de entre 350 y 400 metros, dispuestas sobre un eje de tendencia noroeste-sudeste y bordeadas por el Arroyo de las Gateras al norte y el Arroyo de la Barra y el Cordel de El Pedroso al sur (fig. 1). Las formaciones de mármol, que pertenecen a la Unidad Metamórfica Superior del Núcleo de Almadén de la Plata¹ correlacionada con el dominio de bajo grado del Dominio Continental de la Banda Metamórfica de Aracena,² se concentran en la elevación septentrional, donde afloran en superficie en las laderas norte y noroeste. La zona arqueológica que nos ocupa aquí es de difícil acceso y baja visibilidad, caracterizada por pendientes abruptas y una vegetación silvestre densa, emplazada además en una propiedad privada cercada y dentro de los límites del Parque Natural y Geoparque Sierra Norte de Sevilla. El emplazamiento geográfico alejado de los núcleos de población histórica y las características físicas inhóspitas de este paraje han contribuido, sin duda, a su preservación, especialmente en épocas recientes en las cuales otros afloramientos de mármol de la zona fueron objeto de explotaciones extensivas, principalmente como canteras de áridos,³ destruyéndose la casi totalidad de las evidencias directas de su explotación antigua.

Referencias arqueológicas previas a la Loma de los Castillejos de Almadén de la Plata

La primera descripción arqueológica de la Loma de los Castillejos corresponde a la *Carta Arqueológica de los términos municipales de Almadén de la Plata y El Real de la Jara*, elaborada por M. A. Vargas como memoria de licenciatura en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla. Este trabajo de investigación, basado sobre los resultados de unas extensas prospecciones de superficie, nunca fue publicado, por lo que sus importantes contribuciones a la identificación y caracterización de los yacimientos arqueológicos de la zona no han tenido apenas difusión.⁴

El mérito de la identificación de las evidencias de explotación antigua en la Loma de los Castillejos se atribuye a A. M.^a Canto. Indica que, con posterioridad a la publicación de *Avances sobre la explotación del mármol en la España romana*,⁵ esta investigadora «visitaría de nuevo Almadén, y encontró otra cantera romana, [el] yacimiento denominado Umbría La Algaira, de la cual no ha aparecido publicación hasta el momento presente». Asimismo, P. Sillières habría visitado el lugar en 1981, «buscando datos en el terreno para un trabajo sobre vías romanas que estaba elaborando».⁶

La denominación original del lugar, Umbría La Algaira, evoca una ladera orientada al norte, cubierta por matorrales espesos (algaida). No corresponde, sin embargo, a ninguno de los topónimos indicados en la cartografía moderna (desde la primera edición del MTN50). La Base de Datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía⁷ recoge este yacimiento como Cantera La Algaira (Código 01410090021), reflejándose de esta manera su denominación junto a su caracterización tipológica principal.

La ficha de yacimiento de Umbría La Algaira en la Carta Arqueológica de M. A. Vargas incluye la siguiente descripción sintética de los elementos identificados acertadamente como evidencias de explotación antigua:

El yacimiento está constituido por tres farallones abiertos en la falda de la montaña semejantes a tres circos, cuyas gradas fueron los huecos pétreos originados después de la extracción de enormes bloques, y la planicie inferior el espacio de la escena. En estos farallones se observan las huellas lineales de las cuñas de madera que, después de humedecidas, provocaban el desprendimiento de los bloques por presión mecánica, siguiendo la línea deseada. Las acumulaciones de escoriales serpentean la ladera por debajo de la plataforma. Lo más interesante son las piezas a medio desbastar que jalonan los derrubios: un total de hasta 15 bloques de medianas dimensiones (el más grande mide 1,5 m de largo), pero llamó nuestra atención uno enorme de forma cúbica y completamente escuadrada. Presenta una gran fisura en uno de los ángulos, por esta razón creemos que lo consideraron material de desecho y lo dejaron abandonado.⁸

1. ÁBALOS, 1988; ÁBALOS, GIL, EGUILUZ, 1991.

2. CRESPO-BLANC, OROZCO, 1991; DÍAZ, 2006.

3. IGME, 1974.

4. VARGAS, inédita.

5. CANTO, 1977-1978.

6. SILLIÈRES, 1990. Referencias en VARGAS, inédita, pp. 30 y 105, respectivamente.

7. <www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia>.

8. VARGAS, inédita, pp. 103-104.

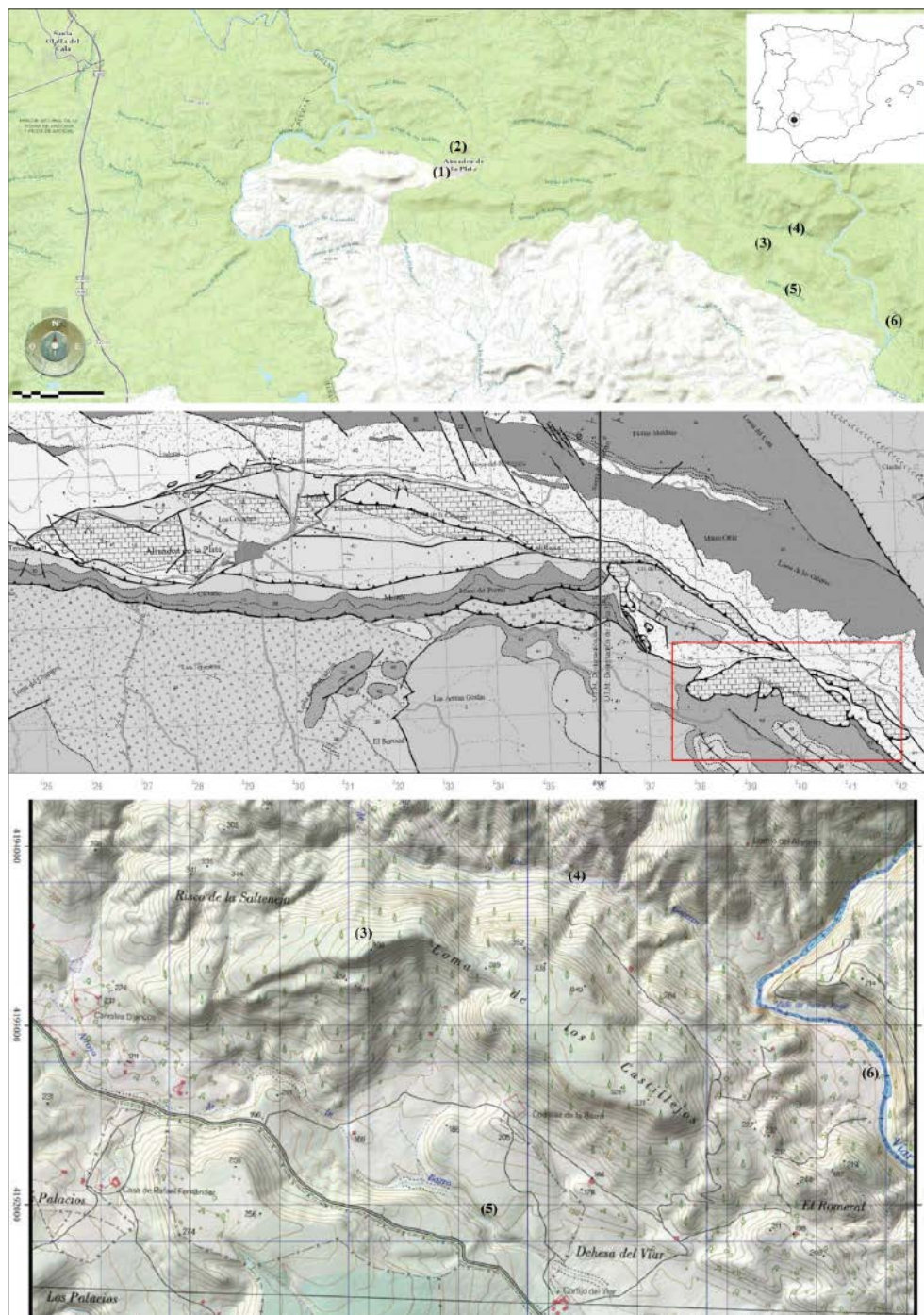


Figura 1. Emplazamiento geográfico y geológico de la Loma de los Castillejos de Almadén de la Plata (Sevilla). 1. Almadén de la Plata; 2. Cerro de los Covachos; 3. Loma de los Castillejos; 4. Arroyo de las Gateras; 5. Arroyo de la Barra – Cordel del Pedroso; 6. Río Viar. Figura elaborada a partir de las cartografías de los visores del Instituto Geográfico Nacional y del Instituto Geológico y Minero de España.

M. A. Vargas no dudó en atribuir estas evidencias de explotación a una cronología romana, considerando este paraje como «un verdadero laboratorio al aire libre para el arqueólogo que quiera investigar técnicas extractivas y modos de explotación marmorarios romanos».⁹ Señaló la extensión considerable de la zona de explotación antigua, así como el estado de conservación muy completo del registro arqueológico de los procesos extractivos: los frentes de cantera de morfología semicircular, las líneas de oquedades

para la inserción de cuñas de madera, las escombros debajo de las zonas de trabajo, y los numerosos bloques semiescuadrados abandonados en el entorno inmediato. Propuso, por último, que todas estas evidencias podrían corresponder a una única fase de explotación, sin que tuviera lugar ningún episodio de trabajos posteriores, quedando este paraje protegido de las actividades extractivas históricas más recientes, a diferencia de otros afloramientos marmóreos de la zona.

9. *Ibid.*, p. 106.

Durante varias décadas, las canteras del sector oriental del núcleo de Almadén de la Plata pasaron desapercibidas y la atención investigadora se centró sobre el Cerro de los Covachos, cuyas huellas de extracción antiguas, propuestas como romanas, fueron dadas a conocer por A. M.^a Canto a finales de los años 1970. Predominó, además, durante este periodo una metodología indirecta de aproximación a las canteras de Almadén de la Plata, basada sobre sus asociaciones comprobadas o hipotéticas y el análisis arqueométrico de sus productos en contextos de consumo alejados de las zonas de extracción, principalmente en las ciudades del valle del Guadalquivir,¹⁰ pero sin abordar en ningún caso el estudio directo, fundamentalmente arqueológico, de las propias canteras y de sus contextos inmediatos. El sesgo de las investigaciones hacia una época cronológica concreta, la romana, constituyó un impedimento adicional para la visión de conjunto, diacrónica e integrada, de las canteras antiguas de este sector de la Sierra Norte de Sevilla.¹¹

Esta tendencia ha sido corregida en años recientes gracias a nuevos trabajos sobre el terreno. Dentro del marco del proyecto *Arqueología de las ciudades romanas de la Bética. El uso de los marmora en los procesos de monumentalización urbana* (HUM2005-2564), se llevó a cabo una primera campaña de reconocimiento de los afloramientos marmóreos de Almadén de la Plata. El paraje Umbría o Cantera La Algaira se identificó entonces como la Loma de los Castillejos, su topónimo cartográfico correcto y el nombre con el cual se ha dado a conocer en publicaciones recientes. Un primer avance de las labores de caracterización arqueométrica de los mármoles de la Loma de los Castillejos¹² fue presentado en la reunión *Marmora Hispana*, celebrada en Sevilla en 2006.¹³ También se iniciaron en esa fase nuevos trabajos en el Cerro de los Covachos, incluyendo la excavación arqueológica de uno de los frentes antiguos conservados en el extremo occidental del afloramiento marmóreo.¹⁴

Un impulso decisivo fue dado por el proyecto *Marmora de la Hispania meridional. Análisis de su explotación comercio y uso en época romana* (HAR2009-11438), dentro del cual se enmarcó el estudio monográfico de las canteras de Almadén de la Plata que ha supuesto una detallada revisión crítica de las informa-

ciones previas y una considerable ampliación de la base empírica disponible, tanto para las canteras como para sus contextos. Los nuevos trabajos iniciados en el año 2010 plantearon el estudio directo del distrito marmóreo de Almadén de la Plata como una necesidad básica para avanzar en el conocimiento no sólo de la explotación de sus canteras como fenómeno específico, sino también de las conexiones de estas actividades productivas a diferentes escalas espaciales y temporales. Se aplicó para ello una metodología arqueológica en el sentido amplio, con el objetivo de integrar los diferentes elementos naturales y antrópicos que conforman los sistemas complejos dentro de los cuales tuvieron lugar las actividades de cantería históricas. Se llevaron a cabo importantes trabajos fundamentales sobre el terreno, incluyendo la exploración de nuevas zonas de interés no contempladas en trabajos anteriores, la prospección de todos los emplazamientos conocidos o considerados como parajes susceptibles de explotación antigua con base en el cruce de sus datos arqueológicos y geológicos, la caracterización sistemática de las evidencias identificadas –tanto las huellas de actividades extractivas como el registro arqueológico asociado– y la caracterización analítica de las principales variedades cromáticas y texturales de mármol presentes en cada paraje. Estas labores dieron lugar a la tesis doctoral *Las canteras romanas de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla, España): un análisis arqueológico*.¹⁵

Lo que se presenta en estas páginas es un primer avance de algunas de las nuevas contribuciones empíricas e interpretativas para el conocimiento de la cantería histórica en el sector de Almadén de la Plata. Concretamente, proponemos centrar aquí nuestra atención sobre las evidencias de explotación antigua identificadas en la Loma de los Castillejos, un paraje que desde su primera descripción no ha sido objeto de un estudio detallado y permanece a día de hoy prácticamente desconocido. En su conjunto, las evidencias inéditas presentadas poseen un enorme interés para la documentación de los procedimientos de extracción y de trabajo del mármol a pie de cantera, y permiten a su vez profundizar en la reconstrucción de los aspectos técnicos y logísticos de estas canteras antiguas, que, a diferencia de otros parajes de la zona, no se han visto afectadas por fases de extracción posteriores.

10. Véanse, por ejemplo, las identificaciones petrográficas de piezas arqueológicas en CISNEROS, 1988, y RODÀ, 1997, las aportaciones a la caracterización arqueométrica de los mármoles de Almadén de la Plata en LAPUENTE, 1995, ÀLVAREZ, MAYER, RODÀ, 1998, y LAPUENTE, TURI, BLANC, 2000, y las cuestiones tratadas en relación con el *Mons Mariorum* y la vía *Italica-Emerita* en SILLIÈRES, 1990, y CORZO, TOSCANO, 1992.

11. TAYLOR, 2016.

12. ONTIVEROS, 2008.

13. NOGALES, BELTRÁN, 2008.

14. DOMÍNGUEZ, 2008; LÓPEZ, inédita; BELTRÁN, RODRÍGUEZ, 2010; BELTRÁN *et alii*, 2011, 2012; ONTIVEROS *et alii*, 2012; RODRÍGUEZ *et alii*, 2012.

15. TAYLOR, inédita, dirigida por J. Beltrán Fortes y E. Ontiveros Ortega. Fue defendida en junio de 2015 en la Universidad de Sevilla, y obtuvo la calificación «Sobresaliente *cum laude*» por unanimidad del tribunal.

Análisis formal de las evidencias de explotación antigua en la Loma de los Castillejos de Almadén de la Plata

La Loma de los Castillejos constituye, sin duda alguna, un lugar privilegiado donde estudiar los procesos de explotación antigua de los afloramientos mármóreos. La zona de interés se extiende sobre unas 4 hectáreas y presenta un rico registro de elementos conservados *in situ* que merecen un análisis pormenorizado.

Las huellas de extracción en la Loma de los Castillejos toman varias formas principales: 1) zonas en extensión en las cuales son visibles, prácticamente a ras del suelo, afloramientos con huellas de herramientas y evidencias de la extracción de bloques; 2) zonas en alzado que constituyen auténticos frentes de cantera abiertos en las laderas del cerro; 3) zonas de trabajo con bloques en diferentes estados de labra y material de desecho, y 4) escombreras formadas por la acumulación deliberada de los materiales sueltos derivados de los trabajos anteriores. En las siguientes páginas ofrecemos una primera sistematización y análisis formal del conjunto de evidencias identificadas en este paraje, siguiendo para ello el esquema propuesto por estas diferentes categorías tipológicas y funcionales.

Como consideración inicial, hay que señalar que las pendientes abruptas así como la vegetación densa constituyen una complicación importante para la prospección superficial de la zona, reduciendo tanto el movimiento de personas como la propia visibilidad de los elementos que se pretenden registrar. Estas condiciones del terreno hacen, por otra parte, que el levantamiento topográfico sea de gran complejidad en su ejecución. En nuestras prospecciones iniciales, realizadas con un GPS de mano, comprobamos la precisión insuficiente de las coordenadas proporcionadas por esta herramienta para la elaboración de planimetrías informativas de las relaciones espaciales entre evidencias de extracción, zonas de trabajo, bloques abandonados *in situ*, escombreras y otros elementos de interés. Metodológicamente, se planteó en consecuencia documentar y describir con la mayor precisión posible las diferentes evidencias de explotación documentadas en la Loma de los Castillejos, con especial énfasis en sus características formales y sus relaciones funcionales. Quedan pendientes, como tareas futuras de alta importancia y prioridad, la delimitación de la zona arqueológica y el levantamiento de una planimetría precisa de las zonas de extracción y de trabajo identificadas en este paraje, que sirva como herramienta para el análisis a microescala de la organización espacial interna de las actividades extractivas y postextractivas, y como inventario para el seguimiento y la protección del yacimiento.

Evidencias de los procesos extractivos

La densidad de la vegetación silvestre, hierbajos y matorrales, dificulta en muchas zonas la observación del terreno y rebaja la visibilidad de los elementos arqueológicos que describimos aquí como huellas de extracción en extensión. Sobre la posibilidad de que estas evidencias pudiesen corresponder a la parte visible o emergente de frentes de mayor altura, sepultados o colmatados con el paso del tiempo, encontramos un fuerte argumento en contra en el grado muy bajo o, incluso, la aparente ausencia de una dinámica de ladera en toda la vertiente noroccidental de la Loma de los Castillejos. Con base en las informaciones ahora disponibles, podemos argumentar que estas evidencias de actividad extractiva superficiales se diferencian tipológicamente de los frentes formales que se tratarán más adelante, existiendo además una separación espacial entre ambos.

Las huellas de extracción en extensión no suponen cambios importantes en la ladera, sino que se caracterizan por una posición superficial, a ras del suelo o sobre afloramientos de poca altura emergente (fig. 2). Aparecen dispersos, pero limitados a un área de aproximadamente 2 hectáreas, hacia el este de los frentes formales descritos más adelante. Las huellas identificadas como extracciones superficiales parecen, además, corresponder en su mayoría a bloques de dimensiones notables, algunos de más de 2 metros de eje máximo. Esta observación no sería la consecuencia de la mayor visibilidad de los elementos de mayor tamaño, sino que parece reflejar el aprovechamiento muy intencionado de los afloramientos superficiales en mejores condiciones para la extracción de un número bajo (o único) de bloques de gran tamaño. En otras palabras, parece tratarse de una estrategia adaptada a la obtención de bloques grandes.

La extracción de estos bloques haría uso habitual de cuñas para crear líneas de fractura controladas, tal y como reflejan las huellas de este proceso, en curso y una vez finalizado. La observación de superficies planas sobre los afloramientos trabajados indicaría, por otra parte, el uso de herramientas de percusión lanzada, aunque la meteorización de estas huellas nos impide caracterizar con mayor precisión las herramientas empleadas (la forma de la punta, el ángulo de ataque o la direccionalidad del movimiento).

Teniendo en cuenta las características físicas de los mármoles de esta zona, que conocemos ahora de forma precisa tanto a escala del afloramiento como a nivel microscópico, es una hipótesis muy probable la adaptación de las técnicas de extracción a las fallas estructurales del material. Mediante la delimitación perimetral de los volúmenes a extraer y su separación final del afloramiento mediante la inserción de cuñas o palancas se lograría, concretamente, minimizar el



Figura 2. Evidencias de extracción en extensión. A) Afloramiento superficial con huellas de extracción. B) y C) Bloques en curso de delimitación sobre el afloramiento a ras de suelo. D) Huellas de extracción escalonada en extensión. E) Negativa de extracción de superficies lisas. F) Línea de oqueaduras para la inserción de cuñas.

estrés sufrido por los bloques durante el proceso. La combinación de técnicas, junto al emplazamiento deliberado de los bloques grandes, se pueden considerar como indicios de las decisiones tomadas en estas canteras. Esta misma combinación de lógica y gestos se documenta en los frentes en alzado de la Loma de los Castillejos, lo que avala una conexión técnica y temporal entre ambas categorías de evidencia.

Los frentes de extracción en alzado, que tipológicamente se aproximan más a la forma al uso de una auténtica cantera, se documentan sobre y por debajo de la cota de 350 metros en la ladera noroccidental de la Loma de los Castillejos, hacia el oeste de las zonas de extracción en extensión descritas anteriormente. Formalmente, hay que señalar que estos frentes no corresponden a una lógica ortogonal, sino más bien a una forma orgánica determinada por las características físicas de los afloramientos. La descripción de M. A. Vargas hacía referencia a tres frentes de morfología semicircular que, según nuestras observaciones, for-

marían parte de una misma zona de explotación con un recorrido lineal –discontinuo y sinuoso– de unos 50 metros, con una altura máxima de 5 a 8 metros y paredes de inclinadas a verticales. La cobertura arbórea densa en algunos tramos, así como el aspecto erosionado y envejecido de las superficies expuestas, son el fruto del paso del tiempo, mientras que la fracturación de la roca, que llega a ser intensa en algunas zonas, la hemos de asumir como una característica original de los afloramientos de la Loma de los Castillejos. Con todo, se puede constatar la alteración por la mano del hombre de una parte importante del afloramiento, aunque las huellas concretas de los procesos extractivos se revelen de forma mucho más discontinua.

Los frentes conservan evidencias con diferentes características (fig. 3). Por una parte, existen huellas formadas por la extracción sucesiva, ordenada y escalonada de una serie de bloques de dimensiones similares de una misma superficie de trabajo. Estas huellas corresponden principalmente a bloques paralelepípedos

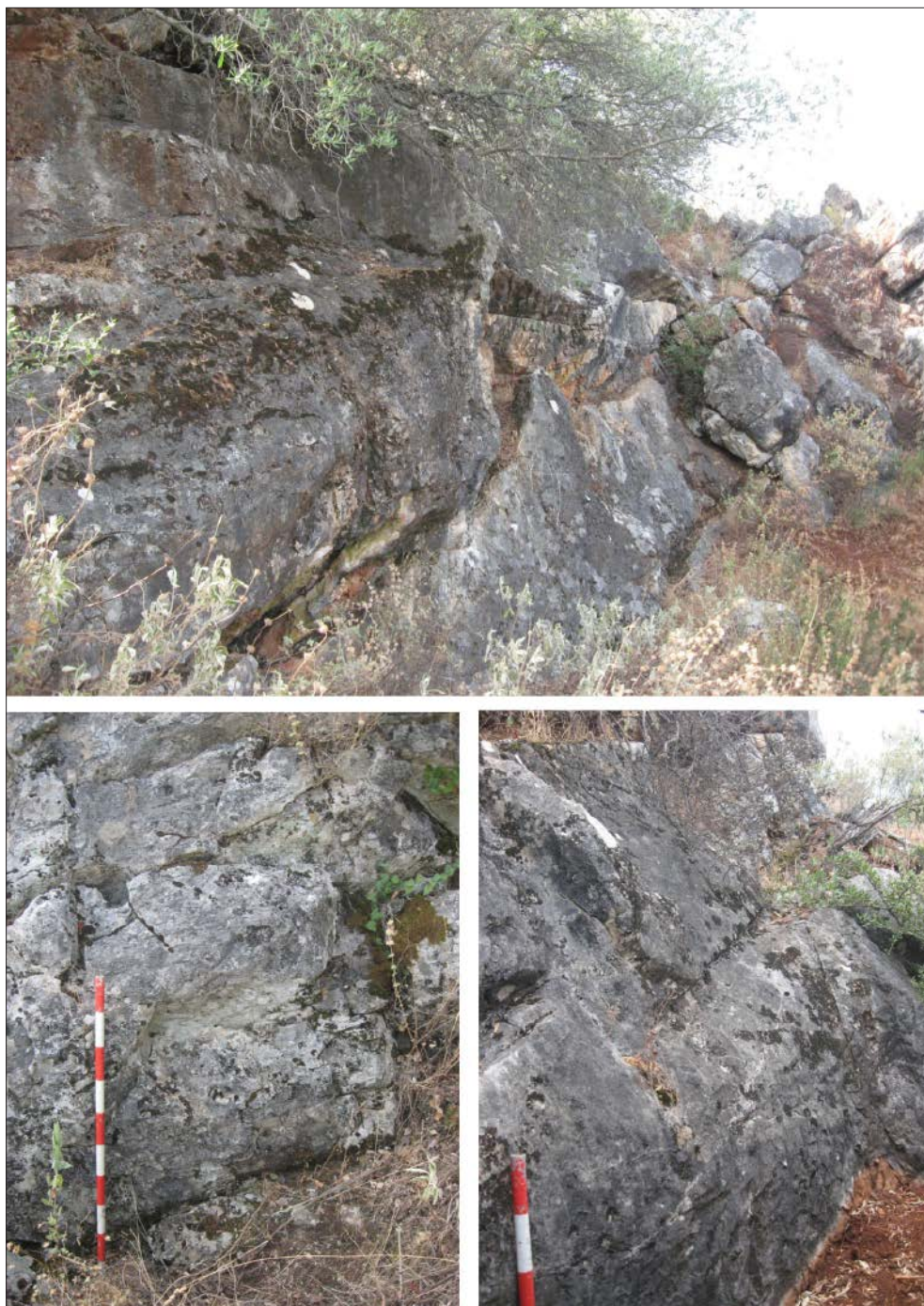


Figura 3. Tramo de frente de extracción de la Loma de los Castillejos y detalle de las huellas de extracción: izquierda, las huellas dejadas por la extracción escalonada de varios bloques rectangulares de aprox. 40 x 80 cm; derecha, la huella dejada por la extracción de un bloque alargado de unos 2 metros de largo.

con dimensiones en torno a 40 x 60-80 cm y 50-70 x 100-120 cm. Por otra parte, se observan bloques individuales en proceso de extracción cuyo tamaño y orientación parecen adaptarse a las características del afloramiento. Este es el caso, por ejemplo, de las huellas negativas alargadas en posición horizontal de bloques de hasta 250 cm de eje máximo o la delimitación de un bloque de tamaño excepcional de unos 230 x 110 cm en posición vertical sobre el frente. Podemos inferir, por lo tanto, la coexistencia de dos estrategias y procesos de extracción diferentes: la extracción escalonada de aspecto seriado de bloques de dimensiones modestas y regulares, y la extracción individualizada

de bloques grandes sobre los afloramientos en mejores condiciones para su extracción exitosa, adaptándose sus medidas en estos casos a las masas de roca aprovechables.

De esta manera, tanto los afloramientos explotados en extensión como los frentes formales de la Loma de los Castillejos proporcionan evidencias de la extracción de bloques de grandes dimensiones, de 200-250 cm de eje máximo. Las dimensiones máximas de los bloques delimitados sobre los frentes se pueden correlacionar con algunos de los bloques exentos conservados en el entorno próximo a los frentes. Este es el caso de un gran bloque perfectamente escuadrado con



Figura 4. Huellas de diferentes procesos extractivos e herramientas sobre los frentes. A) Huellas características de herramienta de percusión lanzada. B) En segundo plano, delimitación perimetral de un bloque de gran tamaño en posición vertical. C). Línea recta posiblemente trabajada con cincel. D) Línea similar a C), sobre una superficie plana picoteada junto al trazado de un círculo con puntero. E) Línea de oquedades para cuñas, en la zona alta del frente. F) Ejemplo de superficie de rotura por presión mecánica sobre una línea de cuñas o una falla natural.

medidas 90 x 225 x 70 cm y de una columna rota por un extremo de 220 cm de largo y 47 cm de diámetro, documentados en la ladera por debajo de los frentes antiguos. Juntas, estas dos categorías de evidencias, las huellas de extracción y los bloques extraídos, permiten caracterizar la producción de este paraje: confirman la extracción aparentemente habitual en la Loma de los Castillejos de bloques de dimensiones considerables, incluyendo columnas de unos 50 cm de diámetro, y la extracción seriada de bloques paralelepípedos de aprox. 40 x 60-80 cm y 50-70 x 100-120 cm.

Como ya anotábamos anteriormente, la separación de los bloques de los afloramientos en la Loma de los Castillejos se puede relacionar con dos procesos distintos y/o complementarios: el empleo de cuñas y la cava de una trinchera perimetral alrededor de los volúmenes a extraer. Ambas técnicas se documentan tanto en los afloramientos explotados en extensión como en los frentes en alzado. El empleo de líneas de cuñas con el propósito de crear líneas de fractura controladas está evidenciado principalmente por las oquedades preparadas en las superficies para la inserción posterior de

las cuñas. Así, se documentan oquedades de tendencia rectangular de unos 10-15 cm de eje máximo y 2-4 cm de eje mínimo, separadas entre sí, como mucho, por la medida equivalente a una oquedad, reduciéndose este espaciado hasta unos pocos centímetros. Junto a estas huellas características de la separación de los bloques mediante la inserción de líneas de cuñas, la Loma de los Castillejos conserva claras huellas de la delimitación perimetral de bloques con herramientas de percusión lanzada, más probablemente el pico de cantero y el hacha de talla (fig. 4). La primera herramienta produce marcas que se pueden confundir con huellas de puntero. Por lo contrario, el hacha de talla posee un filo recto paralelo al eje del mango cuyas huellas son muy características,¹⁶ tomando la forma de surcos lineales muy definidos.

Evidencias de los procesos postextractivos: zonas de trabajo y escombreras

Las zonas de trabajo proporcionan otro conjunto de datos complementarios, e importantes informaciones sobre las labores realizadas a pie de cantera. El volumen básico de los bloques en proceso de labra abandonados en las zonas de trabajo corresponde, salvo escasas excepciones, a una forma escuadrada, de mayor o menor perfección. Se puede distinguir entre bloques paralelepípedos rectos y otros más irregulares, que podrían corresponder a dos estados de labra, o al resultado de dos procesos extractivos diferentes. Ya señalamos la delimitación perimetral como una de las técnicas de separación usadas sobre los afloramientos que, además de reducir la fuerza mecánica a la que se somete la roca durante el proceso de extracción, tiene el efecto de producir volúmenes con superficies planas y regulares.

En cuanto al registro tipológico documentado en las zonas de trabajo, son comunes los bloques de morfología alargada (de nuevo a relacionar con las negativas de extracción de hasta 2,5 metros), pero estrechos en una de sus otras medidas. Los bloques de mayor tamaño se encuentran junto a otras formas escuadradas de medidas más modestas, en torno a 60-80 x 40 x 20-40 cm, que indican que los distintos tamaños y tipologías de bloque se procesarían en una misma área de trabajo (fig. 5). Además del desbaste general de los bloques a pie de cantera, se documenta en algunos casos una fase de labra más específica. Este es el caso del fuste de columna señalado anteriormente, que podría requerir cierta especialización técnica, y de una forma escuadrada alargada, acanalada en su eje largo, fracturada en uno de sus extremos, probable motivo por el cual la pieza habría sido descartada. De

este modo, se puede proponer que las zonas de trabajo emplazadas en la Loma de los Castillejos se harían cargo de la labra básica de los bloques extraídos, pero también de la transformación de determinados bloques en auténticas preformas antes de su salida de las canteras. Estos trabajos reducirían el volumen y peso de los bloques, y permitirían descartar piezas imperfectas antes de su transporte, ahorrando así esfuerzos en las fases posteriores de su tratamiento. También podrían implicar la presencia en las canteras, de forma puntual o permanente, de trabajadores más especializados para llevar a cabo la talla de estos bloques. Al coincidir en una misma área de trabajo, no se puede inferir ninguna diferenciación espacial entre estas distintas fases y funciones. En ningún caso existen indicios, ni técnicos ni espaciales, de la existencia a pie de cantera de una unidad logística a la que se podría llamar taller. Principalmente, la función de los trabajos de labra *in situ* parece haber sido el desbaste de bloques escuadrados, salvo en los casos señalados anteriormente, en los cuales se puede hablar de preformas elaboradas en las zonas de trabajo a pie de cantera. Los bloques conservados en la proximidad de los frentes no muestran una gran variedad de huellas de herramientas, que en muchos casos carecen además de nitidez. Predominan superficies surcadas, picoteadas o casi lisas, trabajadas presumiblemente con hacha, puntero y/o cincel.

Un aspecto notable en la Loma de los Castillejos, que ya hemos mencionado, es la ausencia de colmatación sobre estas zonas de trabajo, donde los elementos descritos anteriormente quedan a ras de suelo y la vegetación actual del lugar es el mayor obstáculo a su visibilidad. Resulta muy llamativa la aparente ausencia de dinámica de ladera en estas zonas, y los bloques escuadrados y las preformas se ubican directamente sobre una cubierta de pequeños bloques amorfos y lascas grandes (fig. 6). Por el contrario, no forman parte de la cubierta del terreno en las zonas de labra las lascas más pequeñas derivadas del trabajo de los bloques. El patrón de distribución de los materiales de desecho es indicativo de una limpieza sistemática de las zonas de trabajo y la retirada de las lascas más finas hacia zonas designadas como escombreras. Estas escombreras constituyen, de hecho, uno de los elementos más visibles de la explotación antigua de la Loma de los Castillejos desde la distancia debido a la ausencia de cubierta vegetal sobre ellas (fig. 6). Dadas las limitaciones espaciales impuestas por las pendientes abruptas de la vertiente noroccidental de la Loma de los Castillejos, el emplazamiento de las escombreras debió de ser elegido cuidadosamente en relación con los afloramientos a explotar y las zonas de trabajo y tránsito, inclusive los caminos

16. Véase, por ejemplo, BESSAC, 1993.



Figura 5. Detalles de los bloques exentos de mediano y gran tamaño documentados en la zona de trabajo a pie de los frentes de extracción de la Loma de los Castillejos.

de acceso y otros elementos logísticos de la explotación, para no sacrificar ninguna zona de interés ni entorpecer el movimiento de personas y materiales por la zona. De esta manera, uno de los elementos más anodinos entre las evidencias de explotación antigua se transforma en uno de los marcadores espaciales más indicativos, sobre el cual volveremos con especial interés durante el próximo levantamiento topográfico de la zona.

Estado actual y proyecciones de futuro para el estudio de la cantería antigua en el distrito marmóreo de Almadén de la Plata

Dentro del distrito de Almadén de la Plata, el registro arqueológico de la Loma de los Castillejos es excepcional, debido a los factores de conservación propios de este paraje. Como ya observó M. A. Vargas, se trata de un auténtico laboratorio al aire libre para el estudio de las evidencias físicas de la cantería antigua. Ante la

falta de un estudio detallado anterior de este paraje, los objetivos principales de esta contribución han sido la presentación sistemática y el análisis formal del registro arqueológico emergente de la Loma de los Castillejos, siguiendo para ello un criterio tipológico funcional.

La cuestión de la contextualización histórico-arqueológica y de la asignación cronológica razonada de estas evidencias ocuparía otras tantas páginas, y no podemos extendernos en ningún detalle aquí. Se pueden señalar, no obstante, importantes similitudes técnicas y formales entre la Loma de los Castillejos y el Cerro de los Covachos, el punto de referencia obligado para nuestra zona de estudio. Asumiendo la cronología romana de ambos focos de explotación, se abren nuevas y muy prometedoras posibilidades de estudio comparativo de ambos parajes, con el objetivo de identificar y dar interpretación tanto a sus puntos comunes como a sus diferencias.

La Loma de los Castillejos se alza, en consecuencia, como un paraje único en el distrito de Almadén



Figura 6. Zona de trabajo y zona de escombrera en la Loma de los Castillejos. Fotografía tomada desde la cima la escombrera, mostrando la fuerte pendiente en el punto aprovechado para el retiro de los materiales de desecho de las zonas de trabajo.

de la Plata, con un gran potencial de aportación empírica e interpretativa al estudio de la cantería antigua en el sector suroccidental de la península ibérica, y con especial relevancia para la arqueología clásica. La inclusión de esta zona arqueológica dentro de los límites del recién declarado Geoparque de la Sierra Norte de Sevilla, a su vez integrante de la Red de Geoparques Europeos y la Red Global de Geopar-

ques de la Unesco, nos da motivos para esperar que ese potencial se podrá cumplir en las mejores condiciones posibles con la implicación y el compromiso de los organismos competentes, estableciéndose como máxima prioridad la investigación continua y la protección permanente del patrimonio geológico e histórico-arqueológico de este y otros lugares de especial interés.

Bibliografía

- ÁBALOS, Benito (1988), «El límite entre la Zona de Ossa-Morena y la Zona Sur-Portuguesa. Evidencias y propuestas sobre su posición y significado (Macizo Hercínico Ibérico)», *Estudios Geológicos*, 44, pp. 405-414.
- ÁBALOS, Benito, GIL, Ignacio, EGUILUZ, Luis (1991), «Structural and metamorphic evolution of the Almadén de la Plata Core (Seville, Spain) in relation to syn-metamorphic shear between the Ossa-Morena and South Portuguese zones of the Iberian Variscan fold belt», *Tectonophysics*, 191, pp. 365-387.
- ÁLVAREZ, Aureli, MAYER, Marc, RODÀ, Isabel (1998), «La aplicación del método de isótopos estables a mármoles explotados en época romana en la mitad sur de la Península Ibérica», *Archivo Español de Arqueología*, 71, pp. 103-112.
- BELTRÁN, José, RODRÍGUEZ, Oliva (2010), «Los materiales lapídeos de la Provincia Baetica: estado de la cuestión y líneas actuales de investigación», en Stefano CAMPOREALE, Hélène DESSALES y Antonio PIZZO (eds.), *Arqueología de la construcción II. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales*, Anejos de Archivo Español de Arqueología, 57 Mérida-Madrid, CSIC, pp. 555-570.
- BELTRÁN, José, LOZA, Luisa, ONTIVEROS, Esther, RODRÍGUEZ, Oliva, TAYLOR, Ruth (2011), «La explotación y el empleo de *marmora* en la *Baetica*. Un proyecto de investigación de base arqueométrica», *Itálica. Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 1, pp. 51-75.
- BELTRÁN, José, RODRÍGUEZ, Oliva, LÓPEZ, Pedro, ONTIVEROS, Esther, TAYLOR, Ruth (2012), «Las canteras romanas de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla)», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmor en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, UNED, pp. 253-275.
- BESSAC, Jean Claude (1993), *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Revue Archéologique Narbonnaise, Supplément 14, París, CNRS Éditions.
- CANTO, Alicia María (1977-1978), «Avances sobre la explotación del mármol en la España romana», *Archivo Español de Arqueología*, 50-51, pp. 165-188.
- CISNEROS, Miguel (1988), *Mármoles hispanos. Su empleo en la España romana*, Monografías Arqueológicas, 29, Zaragoza, Universidad de Zaragoza.
- CORZO, Ramón, TOSCANO, Margarita (1992), *Las vías romanas de Andalucía*, Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Ordenación y Territorio, Junta de Andalucía.
- CRESPO-BLANC, Ana, OROZCO, Miguel (1991), «The boundary between the Ossa-Morena and Southportuguese Zones (Southern Iberian Massif): a major suture in the European Hercynian Chain», *Geologische Rundschau*, 80 (3), pp. 691-702.
- DÍAZ, Manuel (2006), *Evolución tectono-metamórfica del dominio de alto grado de la banda metamórfica de Aracena*, Serie Terra Nova 30, Laboratorio Xeolóxico de Laxe, La Coruña, Consellería de Innovación e Industria da Xunta de Galicia.
- DOMÍNGUEZ, Salvador (2008), «Huellas de cantería romana de mármol en Almadén de la Plata (Sevilla), un patrimonio a conservar», en Trinidad NOGALES y José BELTRÁN (eds.), *Marmora Hispana*, Roma, L'Erma di Bretschneider, pp. 373-386.
- IGME (1974), *Memoria del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Hoja 74-75: Puebla de Guzmán - Sevilla*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
- LAPUENTE, Pilar (1995), «Mineralogical, petrographic and geochemical characterization of white marbles from Hispania», en Yannis MANIATIS, Norman HERZ y Yannis BASIAKOS (eds.), *The study of marble and other stones used in Antiquity. Asmosia III Athens: Transactions of the 3rd International Symposium of the Association for the Study of Marble and Other Stones used in Antiquity*, Londres, Archetype Publications, pp. 151-160.
- LAPUENTE, Pilar, TURI, Bruno, BLANC, Philippe (2000), «Marbles from Roman Hispania: stable isotope and cathodoluminescence characterization», *Applied Geochemistry*, 15, pp. 1469-1493.
- LÓPEZ, Pedro (inédita), «Memoria Final de la Intervención Arqueológica Puntual en el Cerro de los Covachos (Almadén de la Plata, Sevilla)», informe técnico depositado en 2008 ante la Delegación Provincial de Cultura de Sevilla.
- NOGALES, Trinidad, BELTRÁN, José (eds.) (2008), *Marmora Hispana: explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana*, Roma, L'Erma.
- ONTIVEROS, Esther (2008), «Análisis petrográfico de los mármoles de la cantera de la Loma de los Castillejos y su aportación al estudio arqueométrico de las canteras romanas de Almadén de la Plata», en Trinidad NOGALES y José BELTRÁN (eds.), *Marmora Hispana*, Roma, L'Erma di Bretschneider, pp. 365-375.
- ONTIVEROS, Esther, BELTRÁN, José, TAYLOR, Ruth, RODRÍGUEZ, Oliva, LÓPEZ, Pedro (2012), «Petrography and elemental geochemistry of the Roman quarries of Los Castillejos and Los Covachos (Almadén de la Plata, Sevilla, Spain). Outcrops and semi-elaborated products», en Anna GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Pilar LAPUENTE e Isabel RODÀ (eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona 2009)*, Tarragona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, pp. 407-418.
- RODÀ, Isabel (1997), «Los mármoles de Itálica. Su comercio y origen», en Antonio CABALLOS y Pilar

- LEÓN (eds.), *Itálica MMCC. Actas de las Jornadas del 2200 Aniversario de la Fundación de Itálica (Sevilla 8-11 noviembre de 1994)*, Sevilla, Consejería de Cultura, pp. 155-180.
- RODRÍGUEZ, Oliva, BELTRÁN, José, LÓPEZ, Pedro, ONTIVEROS, Esther, TAYLOR, Ruth (2012), «The quarries of Almadén de la Plata (Seville, Spain): new data from the recent archaeological interventions», en Anna GUTIÉRREZ GARCIA-M., Pilar LAPUENTE e Isabel RODÀ (eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona 2009)*, Tarragona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, pp. 645-650.
- SILLIÈRES, Pierre (1990), *Les voies de communication de l'Hispanie méridionale*, Publications du Centre Pierre Paris, 20, París, Diffusion de Bocard.
- TAYLOR, Ruth (inédita), «Las canteras romanas de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla, España): un análisis arqueológico», tesis doctoral defendida en 2015 en la Universidad de Sevilla.
- TAYLOR, Ruth (2015), «Nuevas líneas de estudio histórico arqueológico de las canteras de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla, España)», en Josep MATA-PERELLÓ, Marc HUNT y Enrique ORCHE (eds.), *Patrimonio Geológico y Minero: de la investigación a la difusión. Actas del XV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. XIX Sesión Científica de la SEDPGYM*, Logrosán, pp. 603-614.
- VARGAS, Miguel Ángel (inédita), «Carta Arqueológica de los términos municipales de Almadén de la Plata y El Real de la Jara», memoria de licenciatura presentada en 1989 en la Universidad de Sevilla.

L'ÉTUDE DES CARRIÈRES : UNE APPROCHE NÉCESSAIREMENT PLURIDISCIPLINAIRE

L'EXEMPLE DES CARRIÈRES DE LA COURONNE (MARTIGUES, BOUCHES-DU-RHÔNE)

Cecilia Pedini
Hadès Archéologie

Résumé

Une carrière se définit par l'exploitation d'une matière première dont les qualités ont intéressé les bâtisseurs. Ces derniers ont utilisé des matériaux, extraits par l'homme, dans certains types de construction ou de production. La pierre extraite fait donc l'objet d'un commerce avec tout ce que cela comprend : un transport, un coût, une organisation et différents intervenants. Cette approche passe par l'enregistrement des traces d'exploitation mais elle est également indissociable de l'étude du « devenir » du matériau. Il est donc important d'inventorier les différentes utilisations du matériau qui doivent être mises en relation avec ses qualités techniques puisqu'elles sont souvent à l'origine même de l'exploitation. L'organisation du commerce est capitale pour la compréhension du site. Ces informations sont obtenues non seulement par les indices collectés sur le terrain mais surtout par le dépouillement de la documentation d'archives qui se révèle souvent riche en informations sur les modalités d'exploitation et l'organisation du transport. C'est donc davantage la méthodologie mise en œuvre sur les carrières de La Couronne qui va être abordée, plutôt que les résultats, même si ces derniers servent d'exemples.

Mots clés : calcaire de La Couronne, pluridisciplinarité, fouille préventive, relevé, perspectives.

Resumen

Una cantera se define por la explotación de una materia prima cuyas cualidades son de interés para los constructores. La piedra obtenida fue, pues, objeto de comercio, con todo lo que ello comporta: un transporte, un coste, una organización y la intervención de varios agentes. Este enfoque pasa necesariamente por la documentación de las evidencias de extracción pero es igualmente indisoluble del estudio del “devenir” del material. Así, es fundamental catalogar los diferentes usos del material y ponerlos en relación con sus cualidades técnicas, puesto que a menudo explican el porqué de su explotación. La organización del comercio es esencial para la comprensión del yacimiento. Estos datos no sólo derivan de los indicios obtenidos *in situ* sino especialmente gracias a la revisión detallada de los documentos de archivo, que a menudo proporcionan abundante información sobre las modalidades de explotación y organización del transporte. Este trabajo trata principalmente de la metodología empleada para estudiar las canteras de La Couronne, mientras que los resultados obtenidos se utilizan a modo de ejemplo.

Palabras clave: caliza de La Couronne, pluridisciplinariedad, excavación preventiva, documentación gráfica, perspectivas.

Introduction

Les carrières de La Couronne se trouvent dans les villages côtiers de La Couronne et Carro sur la commune de Martigues (Bouches-du-Rhône), à environ 25 km à l'ouest de Marseille, à laquelle elles font face (fig. 1).

Le matériau extrait de ces exploitations est un calcaire détritique demi-ferme du Miocène, étage Burdigalien, de couleur beige à rose, parfois jaune. La stratigraphie du Burdigalien depuis l'anse de La Beaumaderie jusqu'à Carro met en évidence deux bancs de calcaire exploitable, le Burdigalien supérieur et le Burdigalien inférieur, entre lesquels s'intercale une marne gréseuse tendre et jaune, le Burdigalien moyen, qui, bien que réputé inexploitable, semble avoir subi quelques extractions.

Dix-neuf carrières sont actuellement recensées dans ces deux localités, réparties entre le littoral et les terres, lesquelles ne sont que très faiblement éloignées les unes des autres (rarement plus de 1 km) et toutes situées à proximité immédiate du littoral.

Les villages de La Couronne et Carro comptent parmi les plus importants sites extractifs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. L'exploitation pluriséculaire de ces sites a notamment permis d'alimenter

Marseille en pierres de construction, presque sans interruption, pendant environ 2 200 ans.

1. Rappel des contextes historiques et archéologiques

Les carrières de La Couronne ont été exploitées principalement pour l'approvisionnement en pierres de construction de Marseille depuis l'Antiquité grecque hellénistique jusqu'au ^{xx}^e siècle, mais on en trouve également en quantité appréciable, à partir du ^{xvi}^e siècle, au-delà des frontières de la « cité phocéenne », dans le Var notamment¹. Leur exploitation peut être qualifiée d'intense pendant au moins 1 500 ans. Le calcaire de La Couronne apparaît dans la construction à partir du ⁱⁱ^e s. av. J.-C., c'est-à-dire au moment de la construction de l'enceinte hellénistique mise au jour sur le site de la Bourse. Le matériau est utilisé presque exclusivement à tout autre, à tous les niveaux architecturaux des constructions monumentales publiques, aussi bien à l'époque grecque qu'à l'époque romaine. Bien que très différente, l'utilisation de ce matériau reste très importante pendant l'Antiquité tardive. Elle est attestée dans la construction des premiers édifices

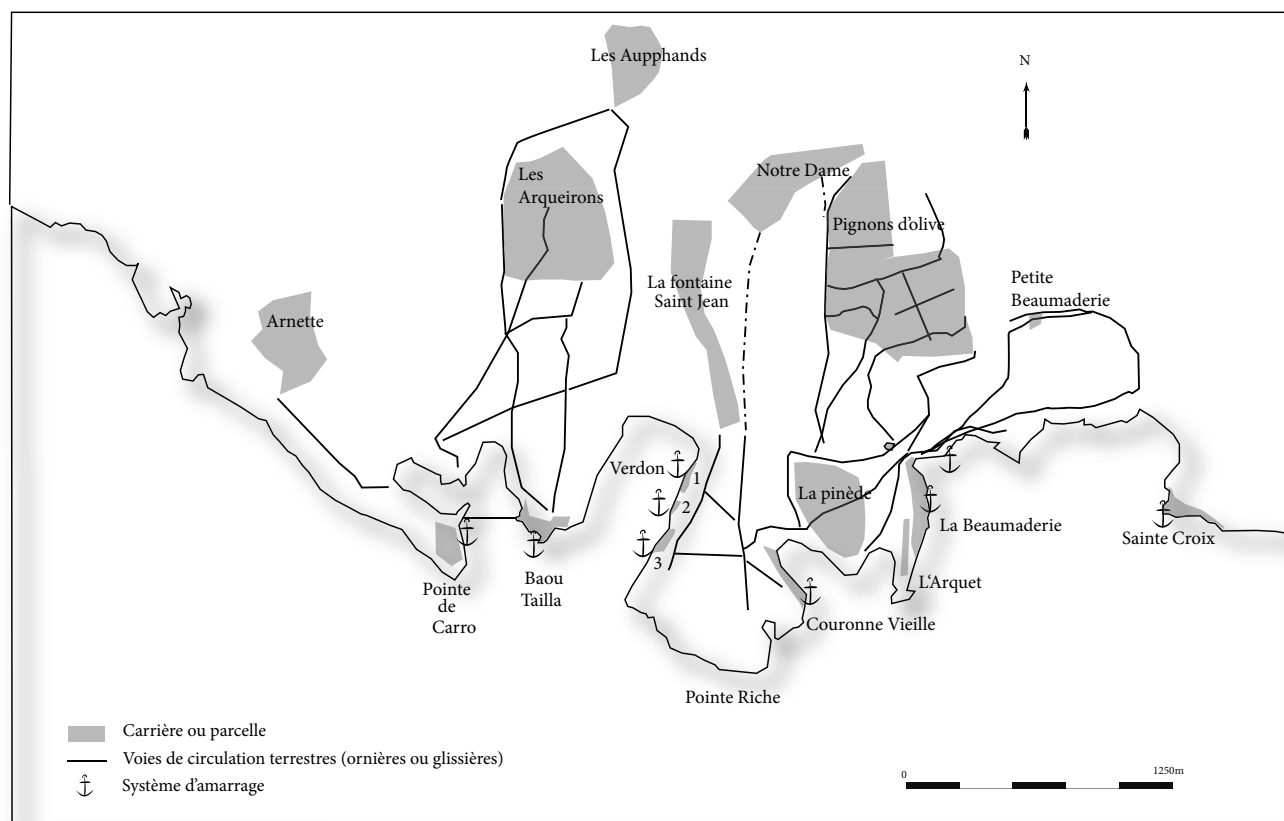


Figure 1. Cartographie des carrières de La Couronne, voies de circulation terrestre et ports d'embarquement (DAO. C. Pedini).

1. Le détail de l'ensemble de cette partie peut être consulté dans Pedini 2013. Ce qui concerne l'utilisation du matériau est disponible p. 157 à 171 et les modalités de transport p. 121 à 142.

chrétiens marseillais, souvent sous forme de remploi et plus ponctuellement sous forme de matériaux fraîchement extraits. Mais son usage est surtout remarquable pour la production de sarcophages au ^v^e siècle.

Un important hiatus subsiste entre le ^{vii}^e s. et le ^{xi}^e s. probablement en raison de la refonte de nombreuses structures et peut être aussi des nombreux pillages dont Marseille est victime au ^{ix}^e s (Sarrasins en 838, pirates grecs en 848 par exemple). À partir du ^{xii}^e s, les chantiers de construction s'enchaînent, engendrant un essor considérable de l'activité des carrières de La Couronne. La documentation d'archives tend à indiquer que la plupart des constructions faites entre le ^{xiii}^e et le ^{xv}^e s sont en calcaire de La Couronne et qu'il s'agit du matériau le plus employé à Marseille. Par ailleurs, un grand nombre de constructions prestigieuses témoignent encore aujourd'hui de l'utilisation intensive de ce matériau dans les constructions religieuses, publiques et militaires. À partir du ^{xvi}^e s., son utilisation s'étend au domaine privé et le matériau s'exporte hors des frontières de la cité marseillaise, notamment vers le Var. Tout au long de l'époque moderne, il continue d'être intensément exploité et mis en œuvre. Toujours très employé au ^{xix}^e s., son usage tend néanmoins à se limiter à certains niveaux architecturaux, en raison probablement du grand nombre de matériaux importés par Marseille et dont les coûts de production et d'acheminement sont assez similaires.

Si le calcaire de La Couronne a remporté un aussi franc succès pendant plus de 20 siècles, c'est en raison notamment de sa proximité et sa facilité d'extraction, d'accès et d'importation. Faisant face à Marseille, la quasi-totalité du transport est assuré par voie maritime. Les criques s'y succèdent et forment plusieurs ports naturels qui ont largement été mis à contribution. On en compte actuellement neuf, confirmés par la présence d'un système d'amarrage, le plus souvent creusé dans le substrat. Le transport terrestre se limite à la liaison entre certaines exploitations, situées plus dans les terres, et le port d'embarquement. Presque toutes les carrières sont desservies par des voies qui cheminent et relient chaque recoin de l'exploitation à un ou plusieurs ports d'embarquement.

2. Stratégie mise en œuvre pour la datation des carrières de La Couronne dans le cadre de la prospection

Au cours du travail de prospection², il est rapidement apparu que l'état de conservation des carrières littorales et les limites d'observation des sites de plaine

allaient considérablement compromettre l'analyse d'un tel site extractif à partir de données issues de simples prospections. Par conséquent, la définition même d'une carrière en a imposé l'approche.

Une carrière se définit par l'exploitation d'une matière première dont les qualités ont intéressé les bâtisseurs. Ces derniers ont utilisé des matériaux, extraits par l'homme, dans certains types de construction ou de production. La pierre extraite fait donc l'objet d'un commerce avec tout ce que cela comprend : un transport, un coût, une organisation et différents intervenants. C'est selon ces axes que les carrières ont été abordées.

2.1. Archéologie et architecture

Les données archéologiques de terrain ont naturellement eu une position centrale dans ce travail au travers, d'abord, de la recherche et l'inventaire des différents sites extractifs. Bien évidemment, la collecte de données liées à l'exploitation des carrières, étape incontournable, s'est attachée à fixer grossièrement les limites des carrières et à l'enregistrement d'un maximum de données techniques pour lequel la méthode a été empruntée à J.-C. Bessac³. Dans le cas des carrières de La Couronne, les traces d'aménagement liées au transport des matériaux ont également été ajoutées au cours de cette étape (encoches ou bittes d'amarrage et voies de circulation terrestres (glissières ou ornières), ce qui a permis de proposer une cartographie de l'ensemble des carrières.

En parallèle, tous les édifices en calcaire de La Couronne ont été inventoriés et ont fait l'objet d'observations afin de livrer une première chronologie d'utilisation du matériau en considérant évidemment l'importance quantitative de l'usage de la pierre dans l'ensemble bâti (édifice complet ou emploi ponctuel ? En remploi ou matériau neuf ?).

Les données de fouilles archéologiques concernant au préalable les occupations anciennes de La Couronne ont été jointes à ces données de terrain, notamment les sondages et les fouilles archéologiques de sites remontant à l'âge du bronze et à l'Antiquité. Ces informations ont permis de cartographier les secteurs occupés et de qualifier la nature de l'occupation (ponctuelle ou sédentaire), ce qui a pu constituer parfois aussi un indice sur le fonctionnement des carrières.

Enfin, les rapports des fouilles archéologiques menées à Marseille (Antiquité, Antiquité tardive, Moyen Âge et époque Moderne) ont permis de recenser tous les éléments architecturaux et toutes les productions en calcaire de La Couronne et donc de livrer un in-

2. Ce travail est la base du catalogue des carrières de La Couronne de ma thèse de doctorat.

3. BESSAC, 1996, p. 92, fig. 40.

ventaire chronologiquement fiable des utilisations et, à terme, de compléter l'inventaire dressé à partir des édifices identifiés.

2.2. Documentation d'archives

Le dépouillement de la documentation d'archives a permis de mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrit le commerce du calcaire de la Couronne et de mieux saisir son importance dans la ville. La documentation médiévale, peu abondante mais néanmoins extrêmement précieuse, a permis de regrouper de nombreuses informations sur le commerce du calcaire de la Couronne, en particulier au ^{xiv}^e siècle, et d'engager des discussions sur le fonctionnement de cette activité. La documentation de l'époque moderne s'est révélée particulièrement riche et précise sur les sites exploités, l'organisation des carrières ou encore les modalités de transports.

Ce travail a donc considérablement enrichi les connaissances de l'activité des carrières de La Couronne entre le ^{xiii}^e et le ^{xix}^e siècle.

2.3. Données environnementales

Il aurait été bien évidemment dommage de ne pas s'intéresser aux travaux de recherche portant sur les variations du niveau marin entre l'Antiquité et nos jours, menés entre 1981 et 2002 à Marseille⁴. Ces dernières confirmant une augmentation du niveau de la mer d'environ 40 cm entre l'Antiquité et nos jours à Marseille et alentours, elles constituent un indice potentiel d'antiquité, sans qu'il soit pour autant possible de faire reposer la datation sur ce seul facteur. Il n'en demeure pas moins qu'il a parfois autorisé des propositions chronologiques.

C'est donc le croisement de l'ensemble de ces données qui a permis de proposer une première datation des dix-neuf sites extractifs de La Couronne.

3. Fouille archéologique préventive d'une carrière dans le camping de l'Arquet à La Couronne en 2012

3.1. Présentation du site

En 2012, le dépôt d'un projet de construction dans le camping de L'Arquet à la Couronne a débouché sur la réalisation d'un diagnostic⁵, puis sur la prescription

d'une fouille archéologique⁶, en raison de la présence de vestiges de carrière dans la zone touchée par les travaux.

Ce secteur d'exploitation correspond à la pointe nord-est de la carrière dite de la « Pinède » (fig. 1). Cette dernière présente, dans son ensemble, une superficie considérable et une proximité avec la bordure littorale et certaines carrières antiques (Couronne-Vieille et la Beaumaderie notamment) qui la rendaient particulièrement intéressante. En dépit de son étendue, peu d'informations avaient pu être collectées au cours des différentes campagnes de prospection.

Le secteur fouillé est divisé en trois parties distinctes (fig. 2). Un premier ensemble a livré 33 parcelles marquées par des fronts de taille de hauteur encore considérable et séparées par des laisses conservées en moyenne sur une hauteur de 1 m pour une largeur de 20 cm (zone 1).

Un deuxième ensemble est constitué de fronts de taille sur lequel le fond n'a pas été atteint conformément à la prescription (zone 2)⁷.

Entre les deux s'intercale un plateau « scandé » par un grand nombre d'ornières et de glissières caractérisées par différentes orientations, ce plateau étant interprété pour le moment comme une aire possible de manutention. Il s'agit par ailleurs de l'élément le plus remarquable mis au jour sur le site. Cette plateforme est antérieure à l'exploitation, laquelle l'a en partie détruite.

Cette partie de la carrière de la Pinède ne paraît pas avoir été exploitée au cours d'une période très longue. Les traces observées semblent plutôt répondre à une stratégie d'exploitation moderne ou contemporaine, par la division en parcelles, nombreuses et de superficie variable. Rien ne semble indiquer que son exploitation se soit étalée dans le temps ; les fronts de taille livrent des hauteurs d'extraction constante, autour de 30 cm, et leur organisation ne révèle, outre quelques modifications d'emprise parcellaire, aucun grand changement chronologique.

La principale problématique de ce site réside dans la découverte de l'immense plateforme de manutention, composée de trois ensembles distincts. Au sommet se trouve un plateau comportant des séries d'ornières courtes enserrées dans des carrés en creux et des encoches peut-être destinés à l'insertion de câblages ou de cordages pour freiner la descente de blocs issus d'autres exploitations (ou parcelles)⁸. Au-dessous, une structure arrondie surplombe la plateforme inférieure. Elle comporte des traces d'ornières, parfois très

4. Ces travaux ont été publiés par P. Troussat et R. Guéry en 1982.

5. Ce diagnostic a été réalisé par le service archéologique de Martigues.

6. Cette fouille archéologique a été réalisée par l'entreprise Hadès sous ma responsabilité entre décembre 2012 et février 2013.

7. Les travaux de construction ne devant concerner le terrain que sur 2 m de profondeur.

8. Toute la pinède située à l'arrière de ce site a été exploitée, et le camping est cerné de fronts de taille.

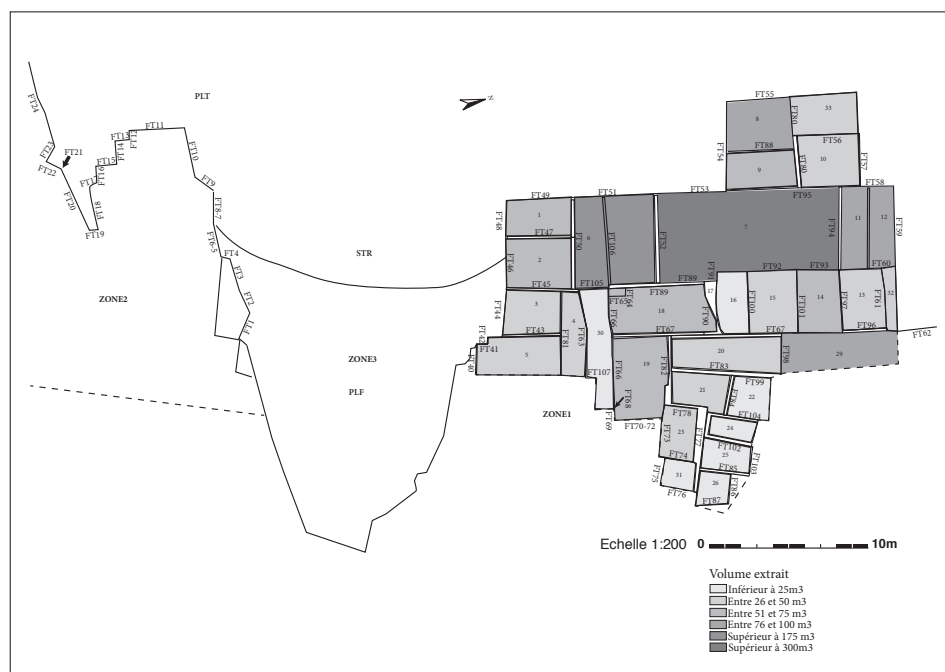


Figure 2. Plan de la carrière de l'Arquet fouillée en 2012 (topographie de R. Aimé, DA de C. Pedini, Hadès 2013).

profondes, positionnées de manière rayonnante sur la structure, ce qui lui confère un aspect de coquille Saint-Jacques.

Il est possible qu'il s'agisse des restes d'un aménagement destiné à la descente des matériaux vers la plateforme. On pourrait envisager que les ornières servent à l'ancrage à de pièces de bois ou autres dont l'objectif était de réduire les chocs risquant d'endommager les blocs au moment du déplacement. Enfin, le plateau inférieur est caractérisé par plusieurs séries d'ornières qui lui donnent un aspect de gare de triage. On pourrait imaginer qu'il était destiné à répartir les blocs réceptionnés, soit vers des transporteurs différents, soit vers des lieux de stockage. Cette deuxième hypothèse paraît plus pertinente si l'on se base sur la probabilité que ce système ne fonctionne pas avec l'exploitation des zones 1 et 2, ce qui semble être le cas puisque la zone 2 a en partie détruit la structure. Le site demeure intéressant par le caractère inédit d'une fouille de carrière à La Couronne sur une superficie aussi importante mais également par la découverte, tout aussi exceptionnelle, d'un aménagement lié à l'exportation du calcaire de La Couronne d'une telle ampleur.

3.2. Éléments de discussion sur la datation

Dans la zone 1, quelques rares tessons de céramique ont été mis au jour dans la fine couche du remblai de carrière qui reposait immédiatement sur le fond. Ils témoignent d'une fin d'exploitation à la même époque,

au XIX^e siècle ou début du XX^e s. La division de la carrière en plusieurs parcelles, parfois de très petite superficie, est révélatrice d'une époque où les carriers sont nombreux à La Couronne et se partagent les sites extractifs. Cette organisation des exploitations est perceptible dès l'époque moderne, mais c'est à l'époque contemporaine qu'elle trouve son apogée. À cette époque, les carriers sont en « surnombre » à La Couronne et le travail s'amenuise en raison de l'importation massive par Marseille de matériaux provenant d'autres carrières et notamment de Fontvieille, Saint-Rémy de Provence, etc. Les carrières de La Couronne sont, au XVIII^e siècle, divisées en plusieurs petites exploitations appartenant rarement à un seul carrier⁹. Dans la zone 1, il semble que les parcelles sont initialement, c'est-à-dire à l'ouverture de la carrière, de plus grande superficie dans le dernier niveau d'exploitation (fig. 3). Cela peut être le résultat de cette difficulté croissante des carriers. Au XIX^e siècle, la plupart quittent la Couronne pour aller travailler dans les carrières de Fontvieille (Arles). En 1783, une lettre envoyée à l'abbaye de Montmajour stipule que « *tous les habitants de La Couronne sont pour ainsi dire peirerons et dons la plupart faute de travail s'exportent. Tous ceux de Fontvieille som de La Couronne et ceux qui nen son pas sil y en a som leurs élèves.* »¹⁰

L'exploitation est répertoriée dans le cadastre napoléonien de 1817 et vraisemblablement divisée en trois grandes parcelles (1408-1409-1411). Néanmoins, ce secteur du camping n'est pas couvert par les parcelles cadastrales et la carte géologique de 1843 n'est pas suf-

9. PEDINI, 2008, p. 366.

10. L'abbaye de Montmajour était propriétaire des terres de La Couronne.

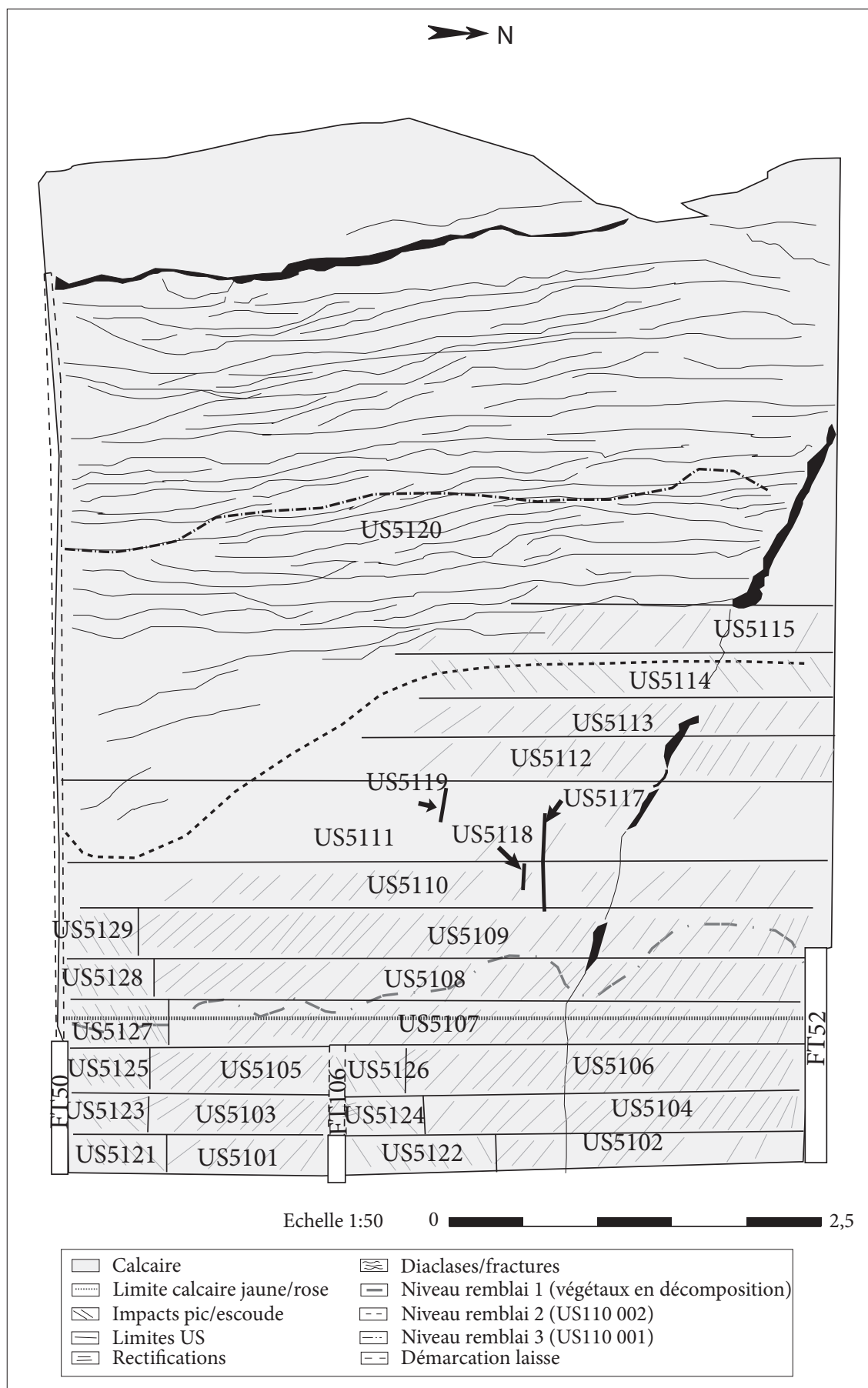


Figure 3. Relevé d'un front de taille montrant la division en deux parcelles dans les derniers niveaux de l'exploitation avec l'apparition du front 106 (C. Pedini, Hadès 2013).

fisamment précise pour pouvoir confirmer que cette partie de la carrière est bien active à cette époque. Cela n'exclut pas la possibilité qu'elle soit ouverte (ou étendue) après la réalisation du cadastre, d'autant que la plupart des matériaux issus des carrières de La Couronne et exportés à Marseille au XIX^e siècle proviennent du quartier de Couronne-Vieille¹¹. Les modules extraits ne permettent pas de rattacher avec pertinence l'exploitation à l'époque moderne ou contemporaine. Néanmoins, couplée à l'organisation et à la stratégie assez homogènes et similaires, observées dans tous les fonds de carrière, cela semble plus probant.

Le caractère inédit et exceptionnel de la découverte de la plateforme de manutention explique la difficulté de soumettre des hypothèses sur son fonctionnement auquel aucune structure similaire n'a pu être comparée. La documentation d'archives reste muette à ce sujet. Aucune mention ne permet d'envisager clairement que cette structure ait pu fonctionner à l'époque moderne ou contemporaine. L'activité d'un tel système a forcément nécessité la présence d'une main d'œuvre importante de type manœuvre. Or, il n'est jamais fait mention de cette catégorie professionnelle dans la documentation d'archives ni même d'une aire de déplacement, aiguillage ou stockage aussi importante. Dans la documentation moderne, et notamment XVIII^e s., les carriers dans leurs actes de convention de transport maritime évoquent le transport des matériaux des 29 carriers qui signent la convention jusqu'au « *rivage le plus commode à pouvoir être embarqué* » et l'embarquement de ces derniers dans un ordre précis, et que « *s'ils ont moins de 40 queirons, les peirerons seront obligés de les embarquer les uns avec les autres* ». Il faut donc imaginer un ballet de charrettes, avec déchargement et chargement, et peut-être même envisager l'existence d'une aire de stockage, même si elle n'est pas mentionnée. Toutefois, l'importance des exportations de matériaux de La Couronne aux époques moderne et contemporaine semble assez peu compatible avec le stockage. Les carriers fournissent le plus souvent, « sans discontinuer », des matériaux pour approvisionner les chantiers. Ils n'ont donc probablement pas le temps ni le besoin de stocker.

En revanche, entre le XIV^e siècle et la première moitié du XVII^e siècle, les carriers ne sont vraisemblablement pas sédentarisés à la Couronne¹². Dès le XII^e siècle, le calcaire de La Couronne est fortement utilisé à Marseille, mais les carrières sont vraisemblablement exploitées plutôt à la demande pour l'approvisionnement de chantiers précis. La désertion du village évoquée dans la documentation d'archives des XIV^e et XV^e

siècles permet d'envisager que l'exploitation était faite par des carriers envoyés spécifiquement sur place. Aussi, dans un tel système, on peut envisager qu'ils avaient recours à un stockage provisoire (et à court terme) de matériaux afin de pouvoir rapidement répondre aux demandes des constructeurs. On ne peut malheureusement pas aller au-delà de cette supposition en raison de l'absence de marqueurs chronologiques pertinents.

3.3. Méthodologie employée

S'agissant d'une fouille d'archéologie préventive, les moyens mis en œuvre n'ont bien évidemment pas été les mêmes que ceux utilisés dans les prospections faites à La Couronne.

Afin d'atteindre les côtes prévues par le projet d'aménagement, nous avons procédé au décapage mécanique des zones de fouilles qui avaient été récemment remblayées à l'aide de déchets divers, poubelles, batteries de voiture, etc. au milieu desquels se trouvaient des blocs de pierre, malheureusement inexploitable en raison de ce contexte de décharge. Pour ce faire, une pelle mécanique sur roues de 20 T environ a été employée sous surveillance archéologique. Les principales difficultés rencontrées lors des décapages proviennent essentiellement de la topographie du site et notamment de la présence des laisses conservées parfois jusqu'à 1 m de hauteur et rarement plus épaisses que 0,20 m. De nombreuses précautions ont dû être prises afin d'éviter de les endommager.

L'étude technique de la carrière a été menée selon les méthodes classiques d'enregistrement des traces d'extraction, en se référant aux fiches techniques d'enregistrement (proposées par J.-C. Bessac dans le cadre de l'étude des carrières du bois de Lens).

Les fronts et les sols ont été orthophotographiés afin d'obtenir une plus grande précision qu'en relevés manuels. Il a donc été nécessaire de recourir à une couverture photographique exhaustive de chacun des fronts et fonds couvrant ainsi l'ensemble du site. Ces derniers ont ensuite été imprimés et plusieurs points, nettement visibles, ont été sélectionnés pour chacun des éléments à relever qui ont ensuite été relevés au tachéomètre laser (fig. 4 et 5).

Afin d'obtenir une couverture totale du site, il a été nécessaire d'implanter neuf stations réparties sur l'ensemble des zones de fouilles, au centre et en périphérie. En tout, 1 513 points ont été pris. Ainsi, pour chaque front et chaque secteur d'exploitation, 10 points en moyenne ont été pris au tachéomètre afin d'obtenir une image exploitable à l'échelle 1/20^e tout en limitant les déformations liées à l'appareil photo.

11. LEROY, 1847, p. 32.

12. PEDINI, 2008, p. 337.

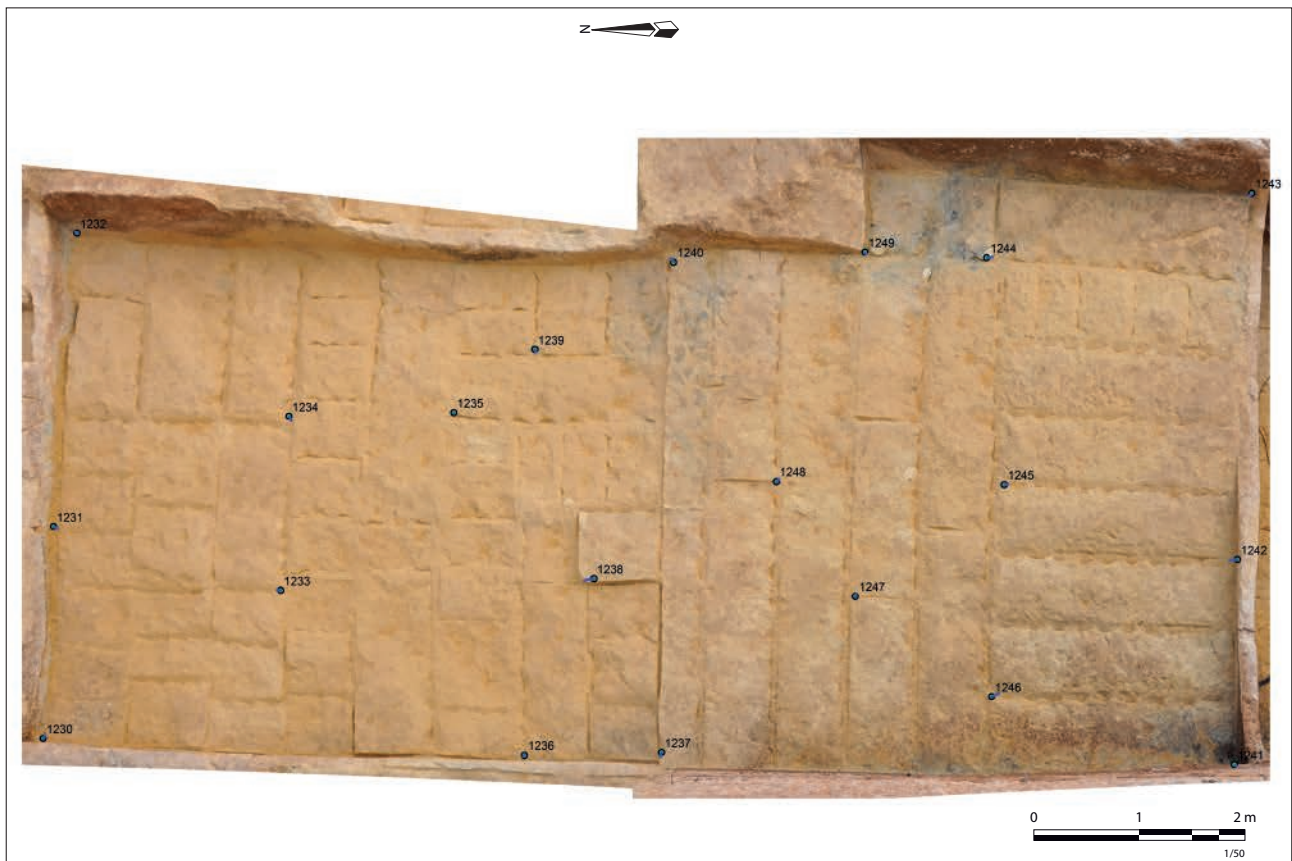


Figure 4. Ortho-photographie du fond de carrière de la parcelle 7 du site de l'Arquet (R. Aimé et C. Pedini, Hadès 2013).



Figure 5. Ortho-photographie d'un front de carrière du site de l'Arquet (R. Aimé et C. Pedini, Hadès 2013).

Le traitement de ces données a ensuite été réalisé informatiquement pour redresser les clichés et les mettre à l'échelle souhaitée. Cette technique a permis d'obtenir des relevés fiables, sur lesquels il est en plus possible d'effectuer des vérifications et des mesures complémentaires (fig. 6 et 7).

L'intérêt de cette technique de relevé a permis de gagner du temps sur le terrain par rapport à un relevé manuel. La réalisation d'orthophotographies a également facilité le relevé de zones peu accessibles ou qui auraient nécessité la mise en place de moyens plus lourds. Enfin, elle a permis d'obtenir une plus

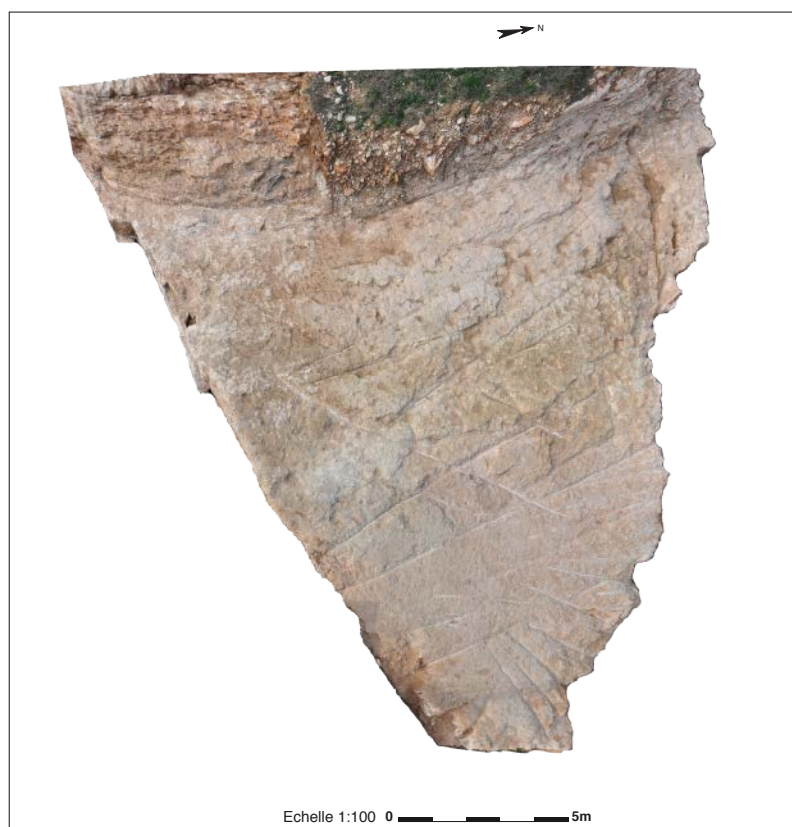


Figure 6. Ortho-photographie de la plateforme de manutention de la zone 3 de l'Arquet (R. Aimé et C. Pedini, Hadès 2013).

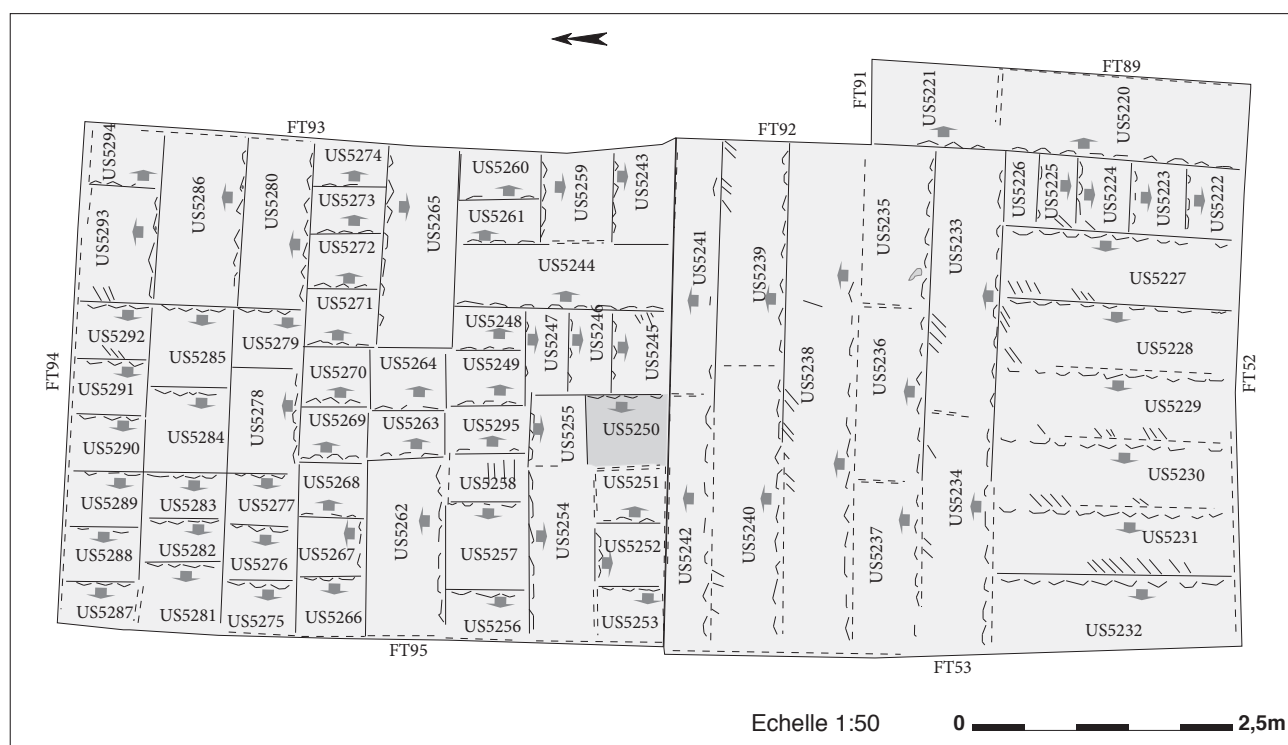


Figure 7. Exemple de relevé avec le fond de carrière de la parcelle 7, obtenu à partir de l'ortho-photographie (C. Pedini, Hadès 2013).

grande précision également exploitable après la phase de terrain.

4. Pour conclure : Des moyens d'imagerie et de relevés prometteurs pour la prospection et l'étude des carrières

4.1. Orthophotographies et relevés

lasergrammétriques : un moyen rapide à mettre en œuvre

Comme nous venons de le voir, le travail de terrain peut être considérablement allégé par l'utilisation de cette technique de relevé qui avait déjà largement fait ses preuves dans le cadre d'opérations d'archéologie du bâti.

Son utilisation s'est révélée très utile sur le site de l'Arquet parce qu'elle a permis, d'une part, d'obtenir des relevés à l'échelle souhaitée tout en disposant d'un taux d'erreur moindre comparé à celui d'un relevé manuel, et d'autre part, de disposer d'un relevé précis de chacun des fronts et fonds de parcelle en un temps finalement assez court.

Dans ce cas précis, des points ont été disposés sur des clichés imprimés, ce qui a nécessité un tri préalable des photographies, mais aujourd'hui, le plus souvent, des cibles sont disposées directement sur le terrain. Le travail consiste ensuite à photographier et topographier l'élément, ce qui permet de gagner encore plus de temps sur le terrain.

La technique de la corrélation dense n'a pas été testée sur ce site, mais le fait qu'elle permette aujourd'hui de livrer des modèles 3D à partir d'images numériques paraît être particulièrement intéressant pour l'approche des carrières et les restitutions d'exploitation qui peuvent ensuite être livrées. Il est nécessaire pour cela d'effectuer de nombreuses prises de vues traitées ensuite par un logiciel pour identifier les points de corrélation entre les différentes photographies, les recalculer entre elles et créer un nuage de points. La triangulation et la texturisation permettent d'obtenir un modèle en trois dimensions¹³.

4.2. Relevé et imagerie arienne : drone et aile volante

Sur le site de l'Arquet, il était initialement prévu de faire les prises de vue de la plateforme et du fond de carrière à l'aide d'un drone. Cela n'a malheureusement

pas été possible en raison du vent, trop fort et trop fréquent.

Néanmoins, les drones permettent aujourd'hui l'acquisition et le traitement de données photographiques qui apportent à la fois précision et rapidité de collecte par rapport aux méthodes manuelles. La photographie, comme l'ortho-photographie sert de base au relevé¹⁴.

S'il a été impossible d'utiliser cette technique dans le cadre de l'opération de l'Arquet, l'observation des résultats qu'elle a livrés sur d'autres sites archéologiques sont plus que probants¹⁵.

Que ce soit dans le cadre d'une prospection ou d'une fouille archéologique, il serait dommage de se priver de cette technique en raison des nombreux avantages qu'elle offre. Outre les coûts accessibles, la maniabilité et la légèreté de cet outil de relevé, le drone peut être utilisé dans des zones escarpées¹⁶.

La plupart des drones sont aujourd'hui équipés d'un GPS et d'outils de navigation, en plus d'un appareil photo ou d'une caméra thermique à infrarouges. La qualité d'images qu'ils fournissent permet des relevés extrêmement précis et des données peuvent être récupérées de chaque cliché telle que l'orientation, l'altimétrie, les coordonnées GPS, etc.

Dans la pratique, des cibles sont disposées au sol dans l'emprise de la carrière dont on mesure les coordonnées GPS afin de pouvoir recalculer l'image générée par les vues aériennes.

En agglomération, le drone a un poids total limité à 4 kg avec sa charge utile. Il n'est donc pas toujours possible d'y embarquer un appareil photo. Il arrive donc que les images soient selon cette technique capturées avec une go-pro, ce qui a l'inconvénient d'offrir une résolution moins intéressante, mais avec un grand angle qui permet un bon taux de recouvrement.

Hors agglomération, un reflex est fixé au drone, ce qui permet d'avoir plus de pixels, et donc de voler à plus haute altitude et de nécessiter moins de photographies.

Le drone fonctionne avec une batterie qui, pour un appareil de type multicoptère, ne tient pas plus de 15 min en vol. On doit donc disposer de plusieurs batteries.

Il est aussi possible d'utiliser une aile volante. L'inconvénient reste la charge utile maximale qui impose un petit appareil photographique compact, mais son autonomie est plus importante (environ une heure).

13. Logiciel photoscan, photomodeler, autodesk123D catch.

14. Se référer sur ces questions aux interventions de A. Koelher (INRAP).

15. Par exemple, la zone des théâtres de Pompéi (15 000 m² de ruines en 50 min de vol) ou encore Carcassonne ont été modélisés à partir de drone à GPS intégré.

16. Ces outils ne nécessitant plus, comme au début, la mise en place d'une rampe de lancement.

Par conséquent, le choix du matériel est conditionné par la taille de la carrière et la résolution souhaitée¹⁷.

Ces outils sont extrêmement intéressants pour la prospection, mais aussi pour effectuer non seulement des prises de vue et relevés mais également une modélisation en 3D.

Il convient néanmoins de signaler que certains espaces aériens ne l'autorisent pas. Il faut donc s'assurer qu'il sera possible d'utiliser cette technique sur la zone souhaitée.

4.3. Scanner 3D

Plusieurs sociétés proposent aujourd'hui la réalisation de scanners 3D, souvent plus favorablement sur des édifices.

Dans le cadre d'une opération de fouilles programmées au château de Commarque (Eyzies de Tayac - Dordogne), les données portant sur les traces d'exploitation d'une carrière, située en contrebas du château, ont pu être complétées grâce au scanner 3D qui avait été réalisé sur le site¹⁸. Il a permis, à partir du nuage de points livré, d'extraire des coupes, d'effectuer des mesures, de récupérer des cotes altimétriques et de recalculer des relevés manuels. Le scanner 3D présente un grand intérêt également puisqu'il peut permettre d'accéder à des informations qui peuvent parfois nous échapper sur le terrain.

5. Conclusion

L'étude des carrières impose d'entrée de faire appel à d'autres disciplines que l'archéologie pure telles que la géographie, la géologie, l'histoire et bien évidemment les techniques d'extraction. Néanmoins, si nous voulons replacer les carrières dans le système commercial auquel elles appartiennent, il paraît nécessaire d'y associer l'architecture, la documentation d'archives et donc, parfois, la paléographie ou encore les données environnementales.

La collecte des informations et la production d'une documentation graphique occupent souvent l'archéologue sur une longue période ce qui, d'une part, n'est pas toujours possible, et d'autre part, permet rarement de collecter la totalité des données du site. C'est en cela que les nouvelles techniques séduisent de plus en plus notre profession par le déve-

loppement d'outils d'imagerie et de relevé comme la photogrammétrie, les drones ou le scanner 3D. Ces derniers constituent un gain de temps considérable sur le terrain, ils réduisent en même temps les coûts d'opération archéologique (pas d'échafaudages, par exemple)¹⁹ tout en permettant de produire des documents fiables, bien plus précis qu'un relevé manuel, d'y effectuer des mesures et des vérifications sur place auxquelles on aurait peut-être pas pensé, ou pas eu le temps, mais aussi de produire par la suite des modèles en 3D pouvant être utiles à la valorisation. L'archéologue se tourne de plus en plus vers ces techniques, et dans le cas des études de carrières, elles paraissent tout à fait pertinentes.

Bibliographie

- BESSAC, Jean-Claude (1996), *La pierre en Gaule narbonnaise et les carrières du bois de Lens (Nîmes). Histoire, Archéologie, Ethnologie, et Techniques*, coll. Journal of Roman Archaeology (suppl. 16).
- CHAUVIN-DESFLEURS, Evelyne (2012), « Du relevé de terrain à la restitution 3D : acquisition et interprétation des données archéologiques. Le cas de Château-Vieux des Allinges », dans *Aver, anciens vestiges en ruine (Actes du Colloque de clôture du projet, 29, 30 novembre et 1^{er} décembre 2012)*, Aoste, Éd. Alcotta, Italie-France, pp. 405-412.
- LEROY, Victor (1847), *Notice sur les constructions des maisons à Marseille au XIX^e s.*, Atelier du patrimoine de la ville de Marseille.
- PEDINI, Cecilia (2013a), *La Couronne, Carrière du camping de l'Arquet (Martigues, Bouches-du-Rhône)*, Rapport final d'opération d'archéologie préventive, DRAC PACA, 2013.
- PEDINI, Cecilia (2013b), « Les carrières antiques, médiévales et modernes de La Couronne (Martigues, Bouches-du-Rhône) », thèse de doctorat, Université de Provence, CCJ, Edisud/actesud, coll. BIA-MA (13).
- VEISSIÈRE, Olivier (2012), « La base géométrique tridimensionnelle du site Château-Vieux d'Allinges, donnée et représentations numériques », dans *Aver, anciens vestiges en ruine (Actes du colloque de clôture du projet, 29, 30 novembre et 1^{er} décembre 2012)*, Aoste, Éd. Alcotta, Italie-France, pp. 99-104.

17. Je tiens à remercier Nicolas Broihanne (fondateur de la société Optimadrone) de toutes les questions auxquelles il a bien voulu répondre concernant cette technique.

18. Responsable d'opération M. Navetat ; études des traces d'extraction C. Pedini ; Scanner 3D Olivier Veissière (Patrimoine Numérique)

19. Par exemple, le château des Allinges (Haute-Savoie), site étudié par E. Chauvin-Desfleurs et L. d'Agostino, a été modélisé en 3D en couplant photogrammétrie aérienne et lasergrammétrie terrestre (scan 3D), ce qui a permis de réduire les coûts de l'opération en évitant l'installation d'échafaudages et en réduisant le temps de travail sur place. Voir notamment CHAUVIN-DESFLEURS, 2012, p. 405.

L'ÉTUDE DES TRACES D'OUTILS ET MODES D'EXTRACTION DES CARRIÈRES DE NUCOURT (VAL D'OISE, ÎLE-DE-FRANCE, FRANCE)

LA CLEF DE LECTURE DES DYNAMIQUES D'UNE CONSTRUCTION MÉDIÉVALE (X-XI^e SIÈCLES)

Céline Blondeau
Musée archéologique du Val d'Oise

Résumé

L'étude présentée se concentre sur des carrières de pierres à l'échelle d'un site relativement petit par rapport aux cas d'études menées sur ce type d'activités. Il s'agit d'un ensemble de fossés exploités en carrière dont le matériau est immédiatement mis en œuvre à côté du lieu d'extraction, ce qui est relativement exceptionnel. Ce site a fait l'objet de 4 ans de fouilles programmées et d'une étude spécifique sur l'analyse des modes d'extraction dans les fossés¹. L'analyse des modes d'extraction et le calcul des volumes produits permettent d'envisager trois reconstructions majeures du rempart à l'aide des pierres nouvellement extraites dans les fossés, entre le milieu du x^e siècle et le début du xi^e siècle (datations céramique et C¹⁴).

Mots clés : carrière, extraction, calcaire, traces d'outil, marteau taillant, expérimentation.

Resumen

El presente estudio se centra en las canteras de piedra a una escala relativamente pequeña en comparación con otros estudios dedicados a este tema. En este caso, se trata de un conjunto de fosos explotados como cantera cuyo material fue usado de forma inmediata justo al lado del punto de extracción, hecho relativamente excepcional. La excavación de cuatro años y el estudio específico sobre el análisis de las modalidades de extracción, junto con el cálculo del volumen de los productos obtenidos, han permitido identificar tres grandes reconstrucciones de la muralla, donde se emplearon bloques obtenidos *ex novo* de estos fosos, entre mediados del siglo x y principios del siglo xii (según cronología a partir de la cerámica y de datación por C¹⁴).

Palabras clave: cantera, extracción, caliza, marcas de herramienta, escoda, experimentación.

1. BLONDEAU, 2010, p. 1-14 et BLONDEAU, 2011, p. 61-72.

Introduction

La fouille archéologique programmée (2004-2008) de l'éperon barré du « Camp de César » de Nucourt (Val d'Oise, France) a permis de cerner son implantation dès l'âge du Fer, aux ^{vi}^e-^v^e siècles av. n. è¹ (fig. 1). Un premier rempart en pierre de 5 mètres de large et de 150 mètres de long, jouté par un fossé interrompu en deux endroits (formant trois tronçons de fossé), re-ferme l'espace naturellement accessible par le plateau.

L'étude des carrières de pierres implantées dans les fossés de l'éperon témoigne d'une réoccupation du site au premier Moyen Âge (fig. 2). Le substrat géologique exploité dans ces carrières est un calcaire à miliolites du Lutétien supérieur, qui s'étend dans tout le Bassin Parisien². Il s'agit d'une pierre tendre, propice à la taille

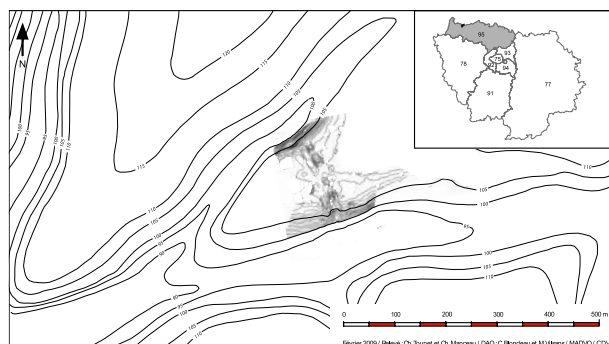


Figure 1. Nucourt, Val d'Oise, Eperon barré du *Camp de César* : Topographie de l'éperon barré du *Camp de César* de Nucourt cumulé au fond IGN au 1/5 000^e rectifié (Relevé : Ch. Toupet et Ch. Manceau, Dessin : C. Blondeau et M. Vilsans, MADVO, CD95).



Figure 2. Photographie oblique du rempart et du fossé central à profil en V (Ch. Toupet, 2005, MADVO, CD95).

1. TOUPET, MANCEAU, BLONDEAU, 2006, p. 166-170 ; TOUPET, BLONDEAU, 2007a, p. 127-130 ; TOUPET, BLONDEAU, 2007b, p. 264-265.
2. FRÖLICH et SCHUBNEL, 2000.

et à la sculpture, qui lui a valu d'être largement exploitée, parfois dans de grands centres carriers, de l'époque gallo-romaine à nos jours³.

L'étude spécialisée menée sur ces exploitations a été l'occasion de développer une méthode et une approche nouvelles de ces vestiges archéologiques. Comment étudier et enregistrer les traces d'outils ? À partir de ces traces d'outils, pouvons-nous reconstituer les différents gestes techniques et les différentes chaînes opératoires utilisés dans ces carrières ? En l'absence de lien stratigraphique, les différents modes d'extraction restitués peuvent-ils permettre de mieux comprendre les phases de reconstruction du rempart ? Comment parvenir à relier l'extraction à la construction du rempart tout proche ?

1. Méthodes d'enregistrement et grille de lecture

Différents tests méthodologiques d'enregistrement des traces d'outils ont été menés dès leur découverte. Confronté aux données recueillies lors de l'expérimentation des gestes de taille, cet enregistrement devrait en permettre l'analyse pour décrypter les gestes techniques et les chaînes opératoires de l'extraction observés dans les différentes carrières du site.

1.1. Quelle méthode d'enregistrement pour des traces d'outils ?

Lors de la fouille du fossé central de l'éperon baré en 2005, des milliers de traces d'outils encore bien conservées ont été découvertes sur les parois calcaires. Il est apparu nécessaire de les sauvegarder avant leur altération.

Une réflexion a donc été menée sur le mode d'enregistrement de ces données qui devait être le plus fiable possible.

Le choix s'est donc porté sur un relevé systématique en réel par contact à l'échelle 1/1. La méthode est identique à celle connue pour les gravures préhistoriques, ici sur du papier polypropylène disposé directement sur la paroi et recalé grâce à un carroyage préalablement disposé sur le calcaire. Les traces sont alors dessinées à l'aide d'un marqueur indélébile. Les relevés ont ensuite été remontés entre eux, numérisés et vectorisés pour en permettre l'analyse. Ce choix répondait ainsi au besoin d'exhaustivité et d'objectivité du relevé, tout en conservant une bonne qualité de détail au regard de la dimension des traces particulièrement petites à l'échelle de



Figure 3. Vue de détail d'une trace d'outil entière conservée sur la paroi d'un des fossés de l'éperon, présentant une forme de méplat quadrangulaire.

la paroi. Plus qu'un simple enregistrement, ces relevés devaient être suffisamment précis pour permettre d'analyser la succession des traces afin d'en extraire un maximum d'informations, tant sur les gestes des artisans que sur l'organisation spatiale de la carrière.

Ce type de relevé en réel à échelle 1/1 n'avait jamais été pratiqué sur de tels sujets d'étude et sur des surfaces aussi importantes en France en archéologie des carrières de pierre, où des photographies d'ensemble et/ou de détail, ajoutées à des schémas des parois et des plans de sols, constituent en général les seules documentations relevées. C'est ici au total une surface de plus de 225 m² qui a été relevée et étudiée en trois ans.

Parallèlement à ces relevés, un enregistrement, sous forme d'inventaire, a été réalisé pour étudier les traces d'outils conservées entières, identifiées soit sur les parois des fossés, soit sur des blocs de pierre en œuvre dans la construction, ou dans les différents comblements des fossés (fig. 3). Cet inventaire détaillé s'applique à référencer la dimension du fil de la lame de l'outil, lorsque la trace n'est pas recoupée par d'autres et apparaît donc entièrement, précisant également la présence d'éventuelles ébréchures de la lame. Chacune de ces traces entières inventoriées a été repérée et indiquée sur les relevés complets des parois, ou référencée dans l'inventaire lapidaire⁴. Cet enregistrement a été couplé à des prises photographiques et, pour certaines, à des traces par des moulages.

1.2. Des traces d'outils aux gestes techniques

Afin de décrypter et de comprendre désormais ces traces relevées et enregistrées, il est apparu nécessaire de

3. GÉLY, 2008, p. 329-340 ; BENOIT *et alii*, 1998.

4. Un inventaire recensant l'ensemble des blocs de pierre découverts sur le site a été réalisé en enregistrant une vingtaine de données par blocs (dimension, lieu de découverte, traces d'outils, dimension des traces d'outils, relevés, etc.).

les confronter avec d'autres, expérimentales, en vue de restituer les gestes techniques qui les ont produites. Une série d'outils de taille et d'extraction de la pierre ont été testés sur le même matériau que les parois calcaires (fig. 4). En confrontant ces différents tests expérimentaux à l'observation des traces d'outils dans les fossés, nous avons pu identifier l'outil utilisé : il s'agit ici d'un marteau taillant ou taillant droit, dans la classification des outils à percussion lancée oblique linéaire transversales⁵. Cet outil est connu pour être utilisé pour dégrossir un bloc extrait⁶, ou avec de très longues lames, en carrière pour redresser la paroi après extraction⁷.

Cet outil se présente comme une hache bipenne à tranchant plat et linéaire, positionné parallèlement au manche. Les traces laissées par l'utilisation de cet outil forment bien, comme sur les parois des fossés, une succession courbe de traces rectangulaires.

L'expérimentation a également permis de préciser l'usage de cet outil. D'après l'observation des recouvrements entre les lots de traces dans les fossés, il apparaît que le marteau taillant est utilisé de haut en bas, puis en reculant (fig. 5a).

Différentes orientations des ensembles de traces ont été observées. L'expérimentation permet de pro-



Figure 4. Expérimentation de la taille au marteau taillant (par Joëlle Rolland, doctorante à l'Université de Paris 1, Panthéon-Sorbonne).

5. D'après la classification de LEROI-GOURHAN, 1943, p. 58-59.

6. *La taille de la pierre, guide pratique*, p. 30-31.

7. BESSAC, 1986, p. 39-51.

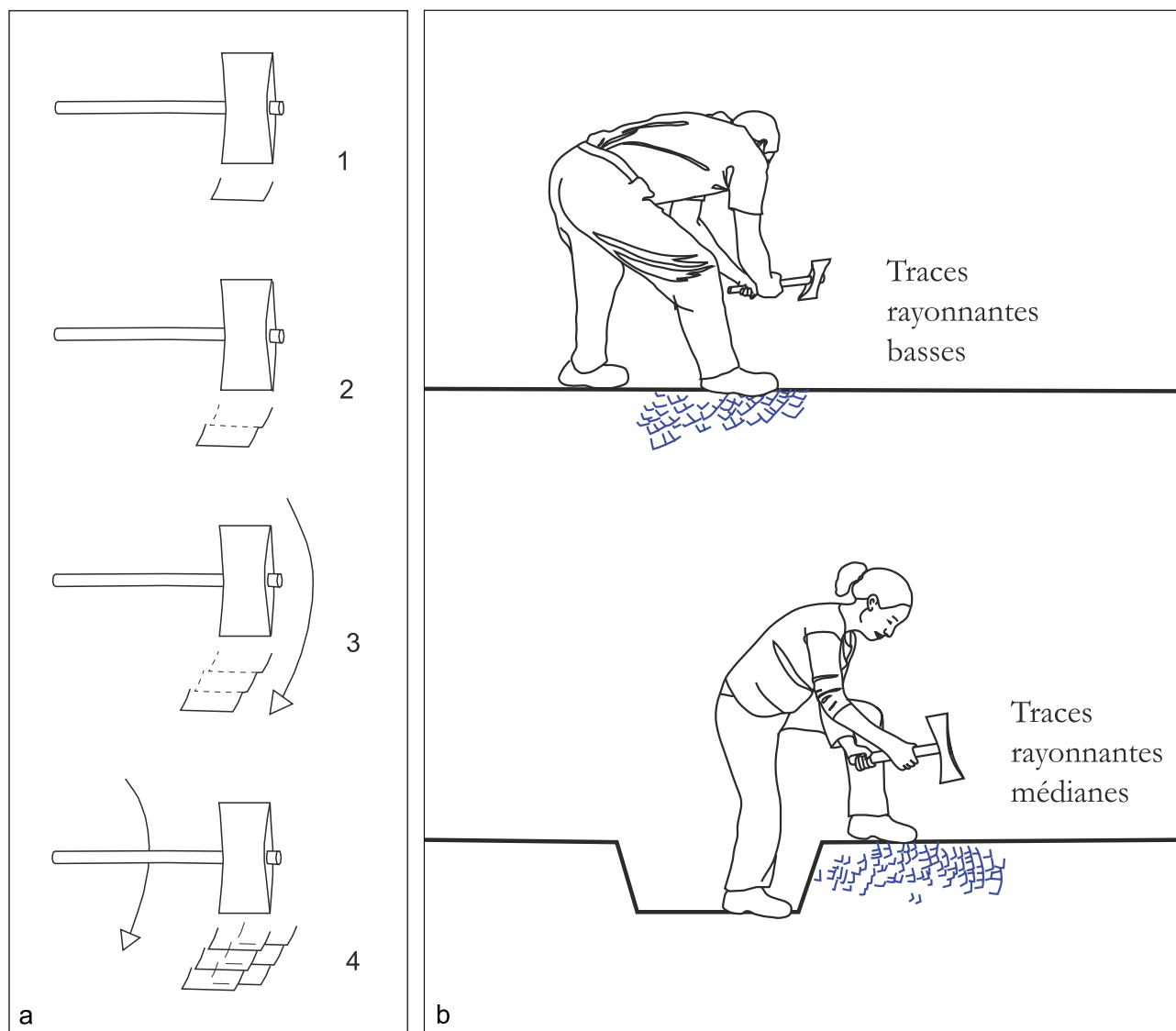


Figure 5. a. Schéma de la disposition des traces successives de marteau taillant démontrant une pratique de la taille de haut en bas et en reculant. b. Reconstitution des positions de taille et gestes techniques correspondant aux deux orientations de traces repérées dans les carrières des fossés de l'éperon.

poser plusieurs positions d'utilisation de l'outil correspondant aux orientations des traces (fig. 5b) :

- Les traces rayonnantes basses seraient réalisées sous les pieds de l'artisan : ses deux pieds sont au sol, l'outil percutant le sol ;
- Les traces rayonnantes médianes seraient réalisées au niveau du genou de l'artisan : un pied est à terre et un pied est sur le bloc à extraire.
- Les traces rayonnantes médianes sont les plus couramment rencontrées dans l'ensemble des relevés des traces d'outils des différentes carrières de pierres installées dans les trois fossés de l'éperon barré. La deuxième position de travail au niveau du genou semble donc être privilégiée. Lors de l'expérimentation, nous avons pu constater que placer un pied sur le bloc permet d'avoir un appui solide et d'asseoir un geste puissamment porté.

Les traces rayonnantes basses sont moins fréquentes et le plus souvent présentes par lots, une seule fois par banc de calcaire exploité. À l'expérimentation, ces traces sont obtenues en taillant le substrat géologique sous nos pieds. Elles pourraient ainsi être le témoin de la prolongation de l'exploitation dans un banc inférieur, entamant le sol de carrière.

Cette nouvelle lecture des traces permet de mieux comprendre le sens de progression sur les parois des fossés, pour en décrypter les modes d'extraction.

1.3. Des gestes techniques aux modes opératoires de l'extraction

En 2006, la fouille du site archéologique révèle dans le fossé nord de l'éperon une nouvelle carrière dont certaines pierres furent abandonnées en cours



Figure 6. Vue cavalière de l'interruption nord des fossés avec en haut l'extrémité nord du fossé central, et en bas, le fossé nord (Ch. Toupet, 2007, MADVO, CD95).

d'extraction⁸ (fig. 6). Les relevés effectués dans cette carrière dévoilent de nouvelles données sur les méthodes d'extraction utilisées sur le site. Ce n'est plus uniquement les gestes qui se révèlent grâce à cette nou-

velle découverte, mais également les positions des artisans, la gestion de l'espace de la carrière et de sa forme selon la production souhaitée : c'est toute la chaîne opératoire de l'extraction que nous pouvons progressivement reconstituer.

Dans cette carrière abandonnée, des paliers en cours d'exploitation sont encore visibles. Les tranchées d'extraction qui les entourent présentent les mêmes traces d'outils que celles observées dans le fossé central, celles du marteau taillant (fig. 7). Ces traces sont les seules présentes dans l'ensemble des tranchées d'extraction, ce qui signifie que cet outil a été utilisé ici pour l'extraction de la pierre, et non pas seulement pour redresser la paroi ou dégrossir les blocs. C'est la première fois que le marteau taillant est associé directement à un usage d'extraction de la pierre. Cet usage singulier comme outil d'extraction a été confirmé depuis par des découvertes en Syrie⁹ et en Espagne¹⁰ sur des sites de périodes plus anciennes.

À l'observation, les tranchées d'extraction de cette carrière du fossé nord présentent toutes un profil et un plan en V. Les paliers et blocs extraits sont par conséquent trapézoïdaux en plan et en section. La forme si particulière de ces tranchées semble liée à l'usage du marteau taillant. En effet, du fait de l'importance de l'extrémité active de l'outil, de la dimension du fil de la lame, l'outil s'utilise en percussion oblique, comme pour entamer le tronc d'un arbre à la hache. La percussion frontale de la lame de l'outil comprime la matière, alors que la percussion oblique permet d'entamer la matière en créant du copeau pour le bois, ou dans notre cas, des éclats dans le calcaire. Ce même usage de



Figure 7. Vue de la carrière aménagée dans le fossé nord de l'éperon. Cette carrière a été abandonnée en cours d'exploitation, avec encore visibles des paliers d'extraction détournés par des tranchées verticales (jalons d'1 m) (Ch. Toupet, MADVO, CD95).

8. TOUPET, BLONDEAU, 2008a, p. 254.

9. BESSAC, 2013, p. 122-124.

10. ROUILLARD *et alii*, à paraître.

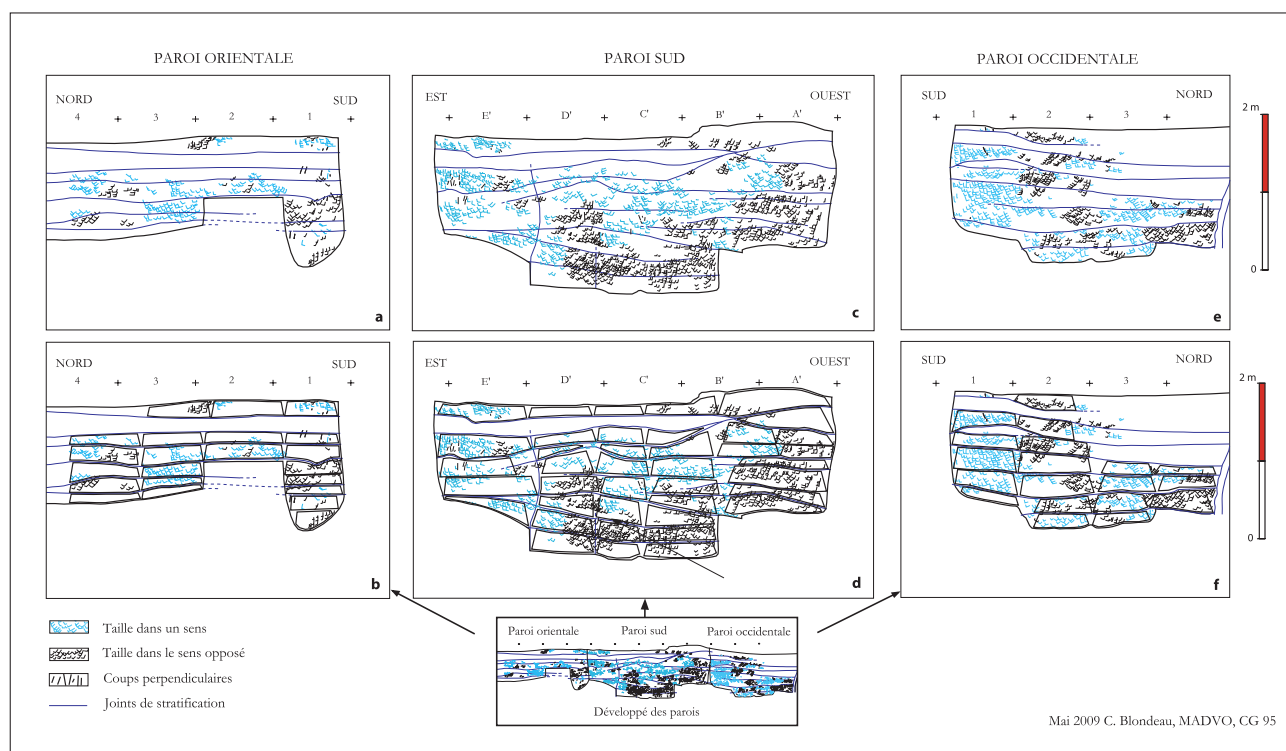


Figure 8. Relevé des traces d'outils des parois de la carrière du fossé nord. Ligne supérieure, aspect des traces d'outils reconnues et distinction de leur sens d'exécution sur les parois orientale, sud et occidentale de la carrière du fossé nord. Ligne inférieure, analyse et reconstitution des blocs extraits le long des parois orientale, sud et occidentale de la carrière du fossé nord, à partir des sens de taille opposés des lots de traces d'outils.

l'outil, créant des tranchées à profil en V et des blocs trapézoïdaux, a également été corroboré plus tard par la découverte d'une exploitation similaire, bien antérieure, datant de l'âge de Bronze, en Syrie¹¹.

Les relevés des traces d'outils présentes sur les parois calcaires de cette carrière ont permis d'en préciser la compréhension. Il est apparu une alternance des sens de progression dans la réalisation des tranchées d'extraction d'un bloc à l'autre. Ce constat permet de proposer la progression générale de l'exploitation dans la carrière et de restituer le nombre total approximatif de blocs extraits (fig. 8).

2. Trois carrières, trois modes d'exploitation distincts

À partir de cette nouvelle compréhension des traces d'outils, les méthodes d'extraction utilisées dans les trois fossés de l'éperon ont pu être étudiées et comparées. Entre les trois fossés-carrières du site, des différences dans les modes d'extraction sont observées. Elles correspondent sans doute à plusieurs phases d'exploitation du calcaire sur le site.

2.1. La carrière du fossé nord

Le fossé nord présente une carrière abandonnée en cours d'extraction, au profil en U et au plan rectangulaire refermé par une pente étroite permettant probablement l'accès à la carrière. Le rectangle formé en plan par l'exploitation de cette carrière présente un ajustement. Une présence d'une grande fracture de décompression transversale semble être à l'origine d'une légère réorientation dans le développement de cette carrière (fig. 9a).

Au regard des paliers d'extraction et des traces d'arrachement des blocs, cette carrière a produit deux gabarits de blocs extraits :

- des petits trapèzes de 80 cm x 70 cm x 20 cm
- des grands trapèzes de 110 cm x 70 cm x 20 cm

Différents réajustements des paliers d'extraction indiquent que ces deux gabarits correspondent à deux phases d'exploitation distinctes : une première produisant les grands trapèzes, puis une seconde, réentaillant les paliers et provoquant des dédoublements des tranchées d'extraction, pour extraire les petits trapèzes (fig. 9b).

Parmi les blocs abandonnés en cours d'extraction dans cette carrière, l'un d'eux présente un trou de

11. BESSAC, 2013, p. 122-124.

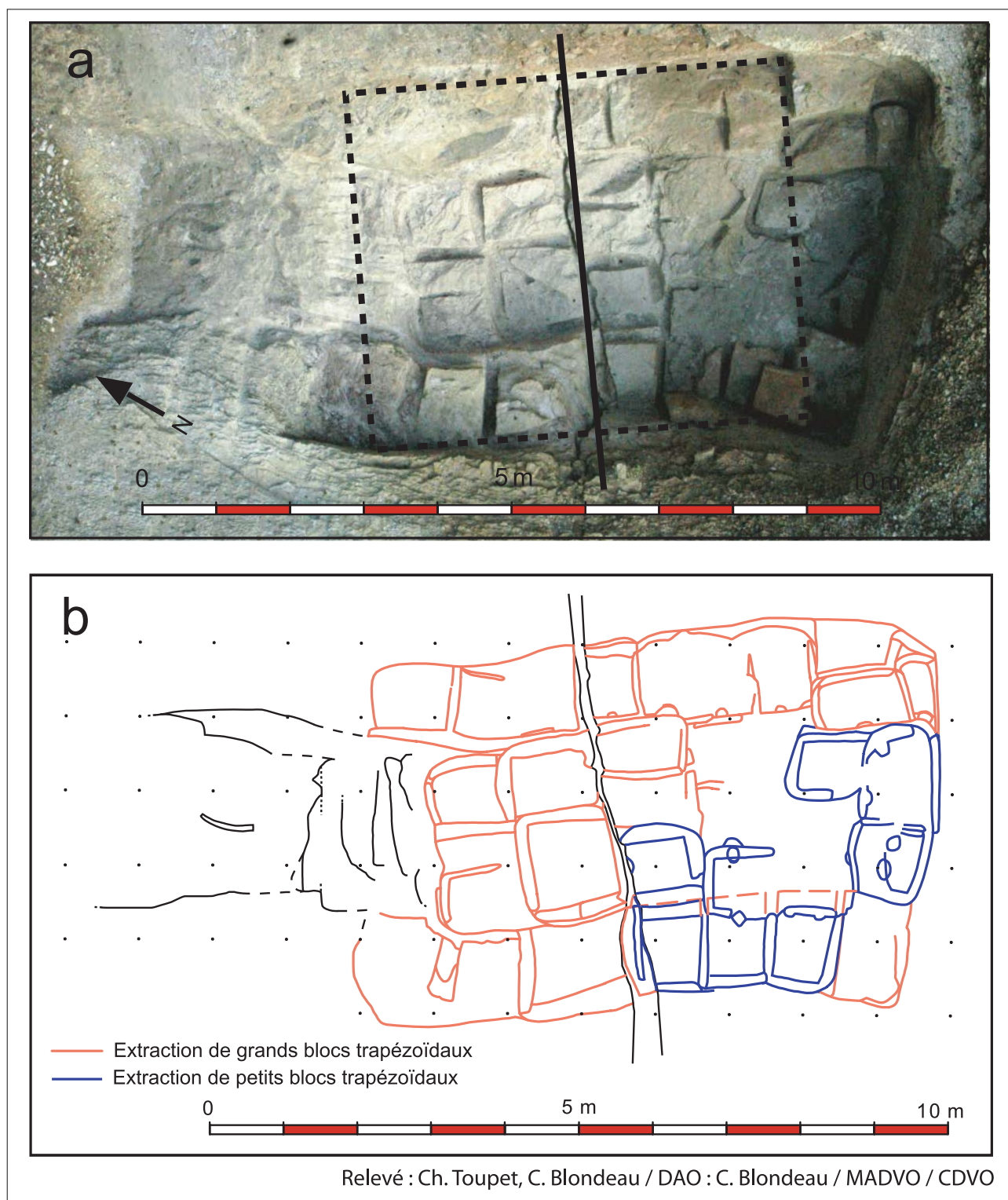


Figure 9. a. Vue verticale de la carrière du fossé nord. L'organisation de l'exploitation semble ajustée et orientée autour d'une faille de décompression (Ch. Toupet, MADVO, CD95). b. Relevé de la carrière du fossé nord avec en rouge, la phase d'extraction des grands blocs trapézoïdaux, et en bleu, la phase d'extraction des petits blocs trapézoïdaux.

louve qui semble avoir cédé sous la pression. La présence d'un trou de louve (pour recevoir ici un outil type pince auto-serrante) indique l'utilisation d'un engin de levage permettant d'évacuer les blocs de carrières. Deux trous trapézoïdaux d'environ 1 mètre de côté ont été fouillés en 2006 au-dessus de la carrière.

Il pourrait s'agir des points d'ancrage d'un engin de levage (type chèvre) associé à cette carrière.

Les traces d'outils entières enregistrées dans ce fossé présentent quatre dimensions différentes. Des lames de 5,4 cm, 6 cm, 6,1 cm et de 6,2 cm ont ainsi été relevées (graphique 1).

2.2. La carrière du fossé sud

Le fossé sud, fouillé partiellement en 2008¹² présente une carrière à profil en U plus étroite que le fossé nord, dont la partie la plus profonde se trouve à l'opposé du front de taille (fig. 10). Dans cette carrière, les deux mêmes gabarits que dans le fossé nord sont extraits, toujours avec le même outil utilisé exclusivement : le marteau taillant. Mais contrairement à la carrière nord, les traces d'outils sur les parois ne présentent pas la même alternance de sens de progression d'un bloc à l'autre. Ici, les parois sont recouvertes de traces d'outils exécutées quasiment toutes dans un seul et unique sens de progression (fig. 11).

Ces deux carrières, bien qu'exploitant les mêmes gabarits de blocs à l'aide d'un outil similaire, avec un mode d'extraction identique, présentent ainsi des procédés différents dans la gestion et la progression. Cette

variation pourrait peut-être témoigner de la présence de deux équipes distinctes déployées sur ces deux exploitations.

Les traces d'outils entières enregistrées dans ce fossé présentent deux dimensions différentes. Des lames de 6 cm et de 6,2 cm ont ainsi été relevées (graphique 1).

2.3. La carrière du fossé central

Ce fossé est le plus long des trois (65 mètres de long) et il présente un profil en V. Un palier résiduel ainsi qu'une trace d'arrachage de bloc semble indiquer que ce fossé a lui aussi été exploité en carrière, produisant cette fois des blocs parallélépipédiques de 50 cm x 40 cm x 20 cm. L'oblicité formée par l'utilisation du marteau taillant, produisant des tranchées à profil en V, semble ici reportée vers l'extérieur pour permettre d'extraire des blocs directement parallélépipédiques



Figure 10. Vue verticale de la carrière du fossé sud (Ch. Toupet, MADVO, CD95).

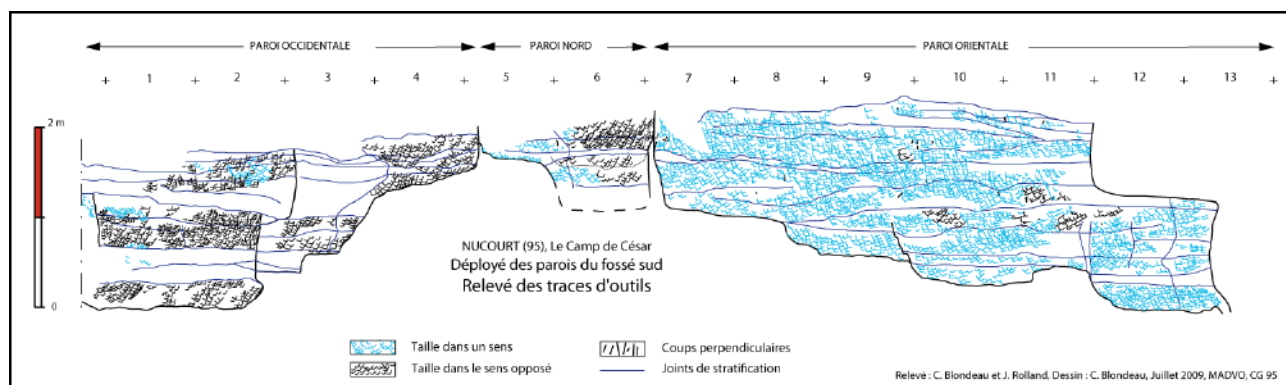


Figure 11. Relevé des traces d'outils sur les parois du fossé sud. Sur chacune des parois, contrairement aux carrières des fossés nord et central, le sens de progression est quasi-unique, sans alternance d'un palier à l'autre.

12. TOUPET, BLONDEAU, 2008b, p. 129-131.



Figure 12. Carrière du fossé central. En haut, vue de la carrière du fossé central, avec en arrière-plan, l'angle d'ouverture du fossé central matérialisé sur la paroi nord, et au premier plan, un bloc détourné par des tranchées d'extraction déportées de part et d'autre de ce bloc préservant sa forme parallélépipédique et laissant résiduellement des parois obliques à ce fossé central. En bas, angle de frappe moyen du marteau taillant de 33° déporté sur les parois externes des tranchées pour obtenir des blocs parallélépipédiques.

(fig. 12). Le résultat en est ainsi des parois largement ouvertes en V.

Comme dans le fossé nord, les sens de progression semblent alternés d'un bloc à l'autre (fig. 13). Cette alternance régulière permet de proposer une restitution

approximative du nombre de blocs extraits dans cette carrière.

Les traces d'outils entières enregistrées dans ce fossé présentent trois dimensions différentes. Des lames de 5,5 cm, 6,2 cm et de 6,5 cm ont ainsi été relevées (graphique 1).

3. Les modes d'extraction : la clef de lecture du site et de son évolution

En l'absence de lien stratigraphique entre l'extraction et la construction du rempart, un enjeu particulièrement important pour la lecture du site était de parvenir à relier ces deux éléments entre eux. Ce sont finalement les différents modes d'extraction repérés combinés à d'autres indicateurs qui nous ont permis de comprendre et de détailler les différentes phases d'extraction et de constructions associées, puis de les dater par chronologie absolue ou relative.

3.1. Phase 1 : carrières en V et petits parallélépipèdes

La carrière du fossé central à profil en V a produit des blocs de petit gabarit (50 cm x 40 cm x 20 cm) de forme parallélépipédique. Cette phase d'extraction a pu être datée par la présence, dans l'une des tranchées d'extraction résiduelle, d'un fragment de céramique du milieu du x^e siècle. La phase d'extraction reconnue dans le fossé central à profil en V apparaît être la première phase de recréusement médiéval des fossés après leur création à l'âge du Fer.

Dans le rempart, les blocs parallélépipédiques ont été utilisés en parement extérieur dans une phase de réparation du rempart primitif protohistorique. Le lien a été confirmé, outre par la dimension et la forme des blocs, également par la dimension des traces d'outils retrouvées entières sur certains de ces blocs¹³. En effet, sur les parois calcaires des trois fossés, les dimensions des outils utilisés varient d'une carrière à l'autre et constituent ainsi un marqueur de correspondance et de provenance particulièrement intéressant.

3.2. Phase 2 : carrières en U et grands trapèzes

Les parois du fossé nord présentent en partie haute des segments obliques, visiblement résiduels de la Phase 1 d'exploitation et de ses fossés-carrières à profil en V. Le profil actuel en U, qui recoupe le profil en V de la Phase 1, serait ainsi, dans ce fossé nord, le résultat d'un recréusement postérieur. Cette seconde phase d'exploitation à profil en U a été identifiée dans

13. Une trace entière de 6,5 cm de long a été enregistrée sur un bloc en réparation en parement externe, coïncidant avec les dimensions de traces entières inventoriées dans le fossé central uniquement.

	CARRIÈRE DU FOSSE CENTRAL	CARRIÈRE DU FOSSE NORD	CARRIÈRE DU FOSSE SUD
FORME Profil			
PRODUCTION Gabarit Dimensions	 50 cm x 40 cm x 20 cm	 50 cm x 40 cm x 20 cm 110 cm x 70 cm x 20 cm 80 cm x 70 cm x 20 cm	 110 cm x 70 cm x 20 cm 80 cm x 70 cm x 20 cm
OUTIL Dimensions des traces	 5,5 cm 6,2 cm 6,5 cm	 5,4 cm 6 cm 6,1 cm 6,2 cm	 6 cm 6,2 cm
MODE D'EXTRACTION Sens de progression			
PHASE	1	1 - 2 - 3	2 - 3

Graphique 1. Schéma synthétique des différences, entre les trois carrières, de formes, de productions, de dimensions des traces d'outil et de modes d'extraction.

le fossé nord mais également dans le fossé sud. Elle a permis l'extraction d'abord de blocs trapézoïdaux de grandes dimensions. La fouille du rempart a démontré une phase de reconstruction de la partie sud du rempart, avec en parement des blocs trapézoïdaux de grandes dimensions (110 cm x 70 cm x 20 cm), comblée en bourrage interne par de gros blocs de grès, en alternance avec des éclats de grès. Malgré leur forme singulière, ces blocs de calcaire trapézoïdaux n'ont visiblement pas été retailés après extraction et ils ont été mis en œuvre bruts d'extraction, ce qui en a ainsi permis l'identification.

3.3. Phase 3 : carrières en U et petits trapèzes avec parement autobloquant et mortier rose

Dans les fossés nord et sud, des traces d'ajustement des paliers d'extraction de la Phase 2, réduits dans leur longueur, ainsi que des phénomènes de dédoublement de tranchées d'extraction juxtaposées, démontrent une troisième phase d'exploitation permettant la production de blocs, toujours de forme trapézoïdale, mais de plus petites dimensions (80 cm x 70 cm x 20 cm). La succession de ces deux phases d'extraction est également confirmée par leur utilisation dans le rempart dans deux phases de reconstruction distinctes et successives. Après une phase de récupération et de destruction des parements de la

Phase 2, marquée par un niveau sédimentaire au-dessus des quelques parements subsistants, de nouveaux parements constitués des blocs trapézoïdaux de petites dimensions ont ainsi pris place sur le rempart. Comme pour la Phase 2, les blocs trapézoïdaux de petites dimensions semblent avoir été installés dans le rempart bruts d'extraction, sans retaille visible. La mise en œuvre sur le rempart de ces blocs trapézoïdaux de petites dimensions se distingue également de la Phase 2 par un agencement tout particulier et la présence de mortier rose. Les quelques parements qui ont subsisté de cette phase de reconstruction du rempart, sont disposés en alternance à l'envers, constituant, par leur forme trapézoïdale en section et en plan, un parement automatiquement autobloquant.

Ces parements ne sont pas liés au mortier mais des fragments de joints extérieurs en mortier rose tiré au fer ont été mis au jour associés aux blocs trapézoïdaux de petites dimensions. Ce mortier semble n'être utilisé qu'en façade, ayant ainsi une fonction uniquement d'apparat. L'utilisation du mortier rose dans cette troisième phase de reconstruction du rempart permet d'y associer différentes aires de travail liées à la fabrication de ce mortier, découvertes à proximité immédiate du rempart. Ainsi, une zone d'entreposage de tuiles gallo-romaines récupérées, une aire de broyage de ces tuiles, puis une aire de gâchage

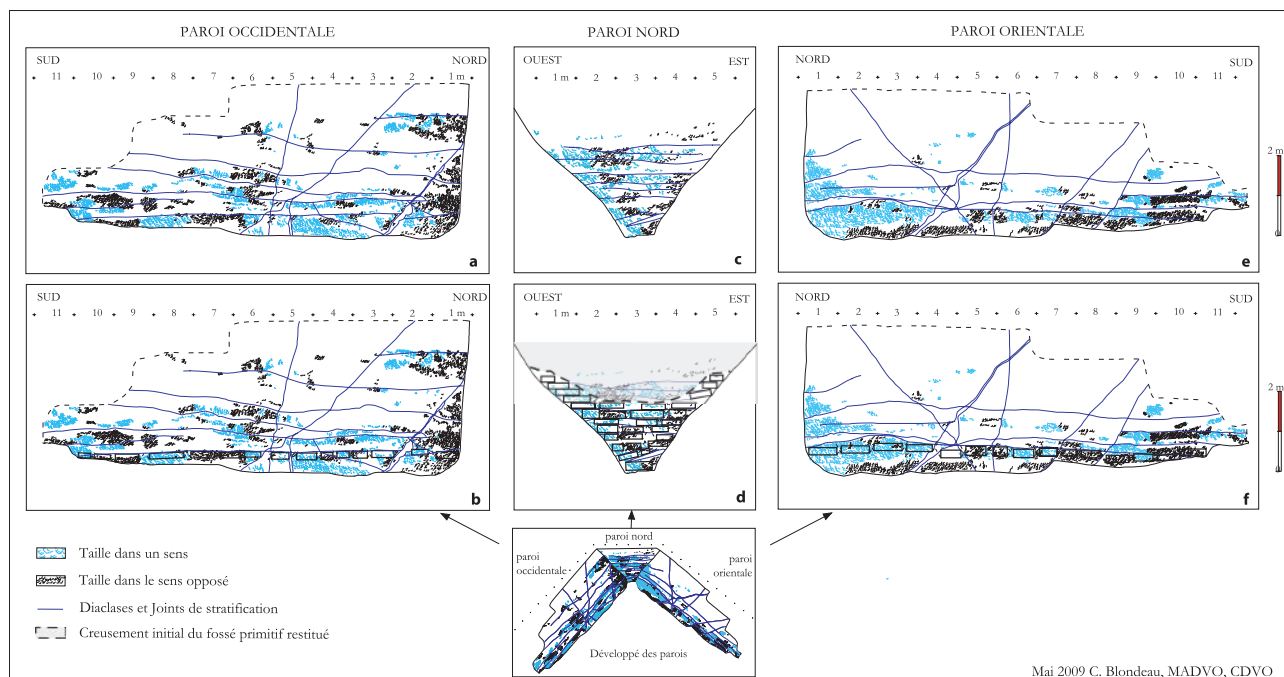


Figure 13. Nucourt : Relevé des traces d'outils des parois de la carrière du fossé central. Ligne supérieure : Aspect des traces d'outils reconnues et distinction de leur sens d'exécution sur les parois occidentale, nord et orientale de la carrière du fossé central. Ligne inférieure : Analyse et reconstitution des blocs extraits le long des parois occidentale, nord et orientale de la carrière du fossé central, à partir des sens de taille opposés des lots de traces d'outils.

du mortier, ont été mises au jour à l'intérieur de la surface close par le rempart. La chaux a été réduite directement dans l'extrémité sud du fossé central, aménagé alors en véritable four à chaux.

Dans les niveaux de comblement supérieur du fossé central (extrémité sud), postérieurs aux niveaux condamnant l'utilisation du four à chaux, ont été mis au jour des fragments de céramique datés de la fin du ^x^e, au plus tard du tout début du ^{xi}^e siècle. L'ultime phase d'extraction et de reconstruction du rempart avec les petits trapèzes liés en façade au mortier de chaux est donc antérieure à cette date. Cette phase présente un développement de moyens importants pour cette reconstruction : engin de levage, parement autobloquant, fabrication de chaux in situ, utilisation de mortier rose.

Grâce à la méthode d'analyse développée et aux différents indices et marqueurs ainsi révélés en carrière et sur le rempart, la chronologie de ces différentes phases d'extraction puis de reconstruction du rempart a ainsi pu être précisée, reconstituant autrement le lien disparu de la stratigraphie.

Conclusion

D'après les modes d'extractions reconnus et les différentes productions identifiées, trois phases de reconstruction médiévales, comprises environ entre 950 et 1015, ont pu être révélées¹⁴. La dernière phase présente un déploiement de moyens importants : elle est peut-être à mettre en rapport avec une volonté politique ou militaire largement développée dans la région au ^{xi}^e siècle. En effet, en 911, par le Traité de Saint-Clair-sur-Epte, Charles III, roi des Francs, concède à Rollon, un chef Viking, la région comprise entre « l'Epte et la mer », soit l'actuelle Normandie, divisant ainsi le Vexin en deux¹⁵. Dans les deux siècles qui suivent cet accord, de nombreux châteaux sont construits en bordure de l'Epte côté normand, tandis que, comme le mentionne Suger, Abbé de Saint-Denis, dans la *Vie de Louis VI le Gros*¹⁶, du côté franc, sont maintenues ou reconstruites d'anciennes fortifications.

Cette étude a permis de développer une méthode d'enregistrement des traces d'outils novatrice. Les ré-

14. TOUPET, BLONDEAU, 2008c, p. 44-47 ; TOUPET, BLONDEAU, 2009a, p. 284 ; TOUPET, BLONDEAU, 2009b, p. 131-136 ; TOUPET, BLONDEAU, 2010, p. 273.

15. BAUDUIN, 2002.

16. SUGER, p. 110-112.

sultats sont probants : non seulement les gestes techniques et les chaînes opératoires de l'extraction ont pu être retracés, mais c'est aussi ce travail d'identification des différents modes d'extraction qui a permis de mettre en évidence les liens entre les phases d'exploitation en carrière et celles de reconstruction du rempart. L'enregistrement systématique des traces d'outils dans ces carrières de calcaire a permis de distinguer différents modes d'extraction, mais également de déterminer les types et volumes de production issus de ces carrières (graphique 1). Le caractère exceptionnel du « Camp de César » de Nucourt, par la présence sur un même site du lieu d'extraction et du lieu d'utilisation des pierres extraites, a été l'opportunité de transformer cette identification des modes d'extraction en un élément datant pour la compréhension du site et de ces différentes phases de reconstruction, malgré l'absence de stratigraphie continue. La mise en place d'un tel système d'enregistrement sur d'autres lieux d'extraction ne pourrait qu'apporter de nouvelles données, à la fois sur les dynamiques d'occupation de ces sites mais aussi sur les techniques d'extraction et de taille au cours du Moyen Âge.

Malgré ces atouts certains, cette méthode, qui peut être assez facilement appliquée dans le cadre d'une étude approfondie ou d'une fouille programmée, reste très chronophage à déployer dans le cadre d'opérations préventives. Des pistes de travail par photogrammétrie seront testées prochainement afin de trouver une méthodologie alternative de relevé de ces traces. Il s'agira de vérifier si la qualité d'enregistrement est suffisamment précise pour permettre une analyse fiable et obtenir de tels résultats.

(Sauf indication contraire, photographies et figures réalisées par C. Blondeau, MADVO, CD95.)

Bibliographie

- BAUDUIN, Pierre (2002), *La première Normandie (X^e-X^e siècle) : sur les frontières de la Haute-Normandie : identité et construction d'une principauté*, Presses Universitaires de Caen, Caen.
- BENOIT, Paul, BLANC, Annie, GÉLY, Jean-Pierre, GUINI-SKLIAR, Ania, OBERT, Daniel, VIRÉ, Marc (1998), « La pierre de Paris. Méthode d'étude de la pierre à bâtir depuis son extraction jusqu'à sa mise en œuvre », dans *La pierre dans la ville antique et médiévale : analyse, méthodes et apports, Actes du Colloque d'Argentomagus*, Argentomagus.
- BESSAC, Jean-Claude (1986), *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Éd. du CNRS, Paris.
- BESSAC, Jean-Claude (2013), « Les roches de construction d'Ougarit : production, façonnage, mise en œuvre », dans *Études ougaritiques (Ras Shamra-Ougarit XXI)*, Éd. V. Matoïan, Leiden, pp. 111-142.
- BLONDEAU, Céline (2010), « Une approche nouvelle des modes d'extraction et des traces d'outil. Le cas des carrières des X^e-XI^e siècles de l'éperon barré du Camp de César de Nucourt (Val d'Oise) », dans *Archéologie médiévale*, 40, CRAHM, Caen, pp. 1-14.
- BLONDEAU, Céline (2011), « Méthode et approche des modes d'extraction de la pierre à partir des traces d'outils : les carrières d'extraction de la pierre du premier Moyen Âge de l'éperon barré de Nucourt (Val d'Oise) », dans J.-P. GÉLY, J. LORENZ (dir.), *Carriers et bâtisseurs de la période pré-industrielle, Europe et régions limitrophes*, 134^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques à Bordeaux, 2009, Editions CTHS Sciences, Paris, pp. 61-72.
- FRÖHLICH, François, SCHUBNEL, Henri-Jean (2000), *Le Lutétien, la pierre de Paris*, Museum national d'histoire naturelle, Paris.
- GÉLY, Jean-Pierre (2008), « L'approvisionnement en pierre d'appareil des églises de Paris et du Bassin hydrographique de la Seine, du Moyen Âge aux Temps modernes », dans F. BLARY, J.-P. GÉLY, J. LORENZ (dir.), *Pierre du patrimoine européen, économie de la pierre de l'Antiquité à la fin des Temps modernes*, Ed. CTHS, pp. 329-340.
- LEROI-GOURHAN, André (1943), *Évolution et technique*, volume 1 : *L'homme et la matière*, Éd. Albin Michel, Paris.
- ROUILLARD, Pierre, MORTALLA, Jesús, COSTA, Laurent, MONTENAT, Christian et al. (à paraître), *Les carrières de Ferriol à Elche (Alicante), Un territoire, du pays de la Dame d'Elche à Aspe*.
- SUGER, *Vie de Louis VI le Gros*, édité et traduit par H. Waquet, Paris, rééd. 1929, pp. 110-112.
- La taille de la pierre, guide pratique* (2007), Ecole Atelier de Restauration, Centre historique de Léon, Éd. Eyrolles, Paris, rééd. 1971.
- TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2007a), « Nucourt (Val-d'Oise), Information sur les fouilles programmées de 2007 de l'éperon barré du "Camp de César" », *Bulletin archéologique du Vexin français et du Val-d'Oise*, 39, pp. 127-130.
- TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2007b), « Nucourt (Val d'Oise) "Camp de César" », *Archéologie médiévale*, 37, pp. 264-265.
- TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2008a), « Nucourt (Val d'Oise) "Eperon barré du Camp de César" », *Archéologie médiévale*, 38, p. 254.
- TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2008b), « Nucourt (Val d'Oise) – "Eperon barré du Camp de César" », *Bulletin archéologique du Vexin français et du Val d'Oise*, 40, pp. 129-131.
- TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2008c), « Une fortification dans le Vexin français : de

l'époque celtique au Haut Moyen Âge », dans *L'Archéologue : Archéologie nouvelle*, 97, pp. 44-47.

TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2009a), « Nucourt (Val d'Oise) " Camp de César " », *Archéologie médiévale*, 39, p. 284.

TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2009b), « Fouille programmée de l'éperon barré du " Camp de César " de Nucourt (95) : résultats 2005-2007 », dans *Actualité archéologique régionale*, Actes des Journées archéologiques d'Ile-de-France, 8 et 9 dé-

cembre 2007, Institut d'Art et d'Archéologie, Paris - SRA Ile-de-France, pp. 131-136.

TOUPET, Christophe, BLONDEAU, Céline (2010), « Nucourt (Val d'Oise) " Camp de César " », *Archéologie médiévale*, 40, 2010, p. 273.

TOUPET, Christophe, MANCEAU, Christopher, BLONDEAU, Céline (2006), « Nucourt (Val-d'Oise). Fouille programmée du " Camp de César " », *Bulletin archéologique du Vexin français et du Val-d'Oise*, 38, pp. 166-170.

**III. ORGANIZACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO
Y USOS DE LA PIEDRA**

**III. ORGANISATION DE L'APPROVISIONNEMENT
ET USAGES DE LA PIERRE**

DE LA CANTERA AL TALLER ESCULTÓRICO IBÉRICO

UN CAMINO DIFÍCIL DE RECORRER

Teresa Chapa
Universidad Complutense de Madrid

María Belén
Universidad de Sevilla

Jorge García Cardiel
Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

El estudio de la escultura ibérica se ha basado habitualmente en revisiones iconográficas, estilísticas y funcionales. Sin embargo, falta un análisis de los procesos de trabajo implicados en la construcción de los monumentos, desde la localización y el estudio de las canteras hasta la selección de materiales, el desplazamiento y la elaboración en el taller. Análisis detallados revelarían claves de la sociedad ibérica y de sus intereses, capacidades técnicas y artísticas, aunque el empleo de la caliza como materia prima plantea dificultades que en la mayoría de los casos no se han resuelto. En este trabajo se ofrece una visión de síntesis de los trabajos relacionados con este tema y se intentan explicar las causas del estado, todavía embrionario, de la investigación.

Palabras clave: Edad del Hierro prerromana, cultura ibérica, caliza, escultura, arquitectura, canteras, estudios de procedencia.

Resumé

L'étude de la sculpture ibérique est généralement abordée avec des perspectives iconographiques, stylistiques et fonctionnelles. Cependant, il manque encore une étude sur la construction des monuments, sur leur emplacement et une étude des carrières, de la sélection des matériaux à leur déplacement et à la préparation dans l'atelier. Des analyses détaillées pourraient révéler des clés pertinentes sur la société ibérique, ses intérêts et ses compétences techniques et artistiques. Néanmoins, l'utilisation du calcaire comme matière première présente des difficultés importantes pour l'étude. Ce document donne un aperçu synthétique des travaux relatifs à cette question et tente d'expliquer les raisons de l'état, toujours embryonnaire, de la recherche.

Mots clés : Âge du Fer préromain, culture ibérique, calcaire, sculpture, architecture, carrières, études de provenance.

Escultura y cantería ibéricas

La escultura en piedra constituye uno de los aspectos más característicos y originales de las sociedades ibéricas. Sin embargo, y debido a distintos factores, estas manifestaciones carecen todavía de estudios sistemáticos sobre el proceso de trabajo de los escultores y sobre el complejo proceso vinculado a la obtención de la materia prima en la cantera y su transporte a los talleres o lugares donde las piezas iban a ser expuestas. El proyecto hispano-francés desarrollado en las canteras de El Ferriol, analizando los sistemas extractivos y vinculándolos a la arquitectura y a la producción escultórica ibérica de la zona ilicitana,¹ representa un caso de éxito en el estudio de una cadena operativa extremadamente compleja. No obstante, su carácter excepcional obliga a entender las causas por las que este tipo de investigaciones son tan escasas, analizando la problemática que envuelve a estos estudios y rescatando los intentos realizados en otros puntos de la geografía ibérica para abordar este tema.

La arquitectura ibérica utilizó en abundancia la piedra caliza para los basamentos de las viviendas y para las murallas que circundaban sus asentamientos. Como veremos, la selección del material que iba a emplearse en estos fines revela una localización próxima de las canteras, aprovechando afloramientos pétreos inmediatos a los lugares en los que se iba a construir. Sin embargo, la talla de una escultura requería una materia prima con unas condiciones específicas que permitieran la extracción de bloques de tamaño y forma adecuados y con unas características petrológicas determinadas que no arruinaran el difícil proceso de trabajo. Los maestros escultores tenían que localizar canteras que proporcionaran la caliza adecuada, lo que en algunos casos supondría una prospección en torno al emplazamiento final de las estatuas y, en otros, el recurso al transporte de los bloques preparados o parcialmente tallados desde canteras ya conocidas y controladas por el taller.

Como puede apreciarse, nos centramos específicamente en la caliza, puesto que los escultores ibéricos no trabajaron otros materiales más duros, como el mármol, tan extendido, sin embargo, en otras áreas del Mediterráneo. La menor dificultad de extracción y talla, junto con el hecho de que su superficie iba a ser cubierta de yeso y pintura, decidieron a los escultores por esta opción, sin que hayan quedado vestigios de otros materiales como la madera, que tradicionalmente se ha considerado como precursora o complemento del uso de la piedra.²

La tradicional ausencia de líneas de investigación sobre el aprovisionamiento de materia prima de las esculturas ibéricas se fundamenta en varias razones. La primera, el interés prioritario de los estudios tradicionales por las valoraciones estilísticas y cronológicas, buscando el origen y la filiación de la estatuaria en otras áreas mediterráneas, de las que llegarían influjos directos o indirectos que modelarían las producciones ibéricas. En cada nuevo hallazgo se buscaban rasgos que permitieran establecer vínculos con escuelas foráneas, atribuyendo una cronología que asumiera el decalaje supuesto en la difusión desde los puntos de origen a su destino en la Península. La falta de contextos arqueológicos conocidos reforzó esta tendencia hasta que los nuevos planteamientos³ y la aparición de esculturas en el registro de algunas excavaciones⁴ cambiaron la manera de abordar su estudio. Aun así, en ningún caso se planteó la necesidad de estudiar el proceso de trabajo de los escultores, algo que no captaba el interés de la época, ni se encontraban alicientes para abordar cuestiones como la procedencia de la materia prima.

Por un lado, en toda la zona en la que se fabricaron dominan las rocas sedimentarias de tipo calizo de edad secundaria y terciaria, lo que posibilita una aparente disponibilidad de piedra en las cercanías de los talleres y del emplazamiento final de los monumentos. En consecuencia, la investigación ha dado por hecho que todas las producciones se realizaban aprovechando los afloramientos calizos más cercanos, para minimizar así el laborioso proceso de localización y transporte desde canteras lejanas, como ocurre cuando se trabaja con materiales más específicos. Como veremos, esta asociación entre las esculturas y las calizas de proximidad no se cumple en los casos, todavía limitados, en los que se cuenta con analíticas de ambos contextos.

Este es precisamente otro problema, lastrado por el anterior, puesto que, al partir de los presupuestos descritos, no se ha considerado necesario practicar análisis petrográficos a las producciones escultóricas y a los depósitos calizos de su entorno, con lo que hasta el presente existe una escasísima muestra de la que extraer resultados. A esto se une, como tercer factor, el hecho de que las piezas en estudio son un material cuya conservación integral se considera prioritaria, por lo que difícilmente se obtienen permisos para extraer muestras de carácter destructivo destinadas a realizar análisis, que sin embargo resultan —hoy por hoy— más significativos que los obtenidos sobre las capas superficiales.

1. ROUILLARD *et alii*, 2010.

2. GARCÍA Y BELLIDO, 1943, p. 78.

3. LLOBREGAT, 1966.

4. PRESEDO, 1973; ALMAGRO, 1975.

Finalmente, incluso cuando se cuenta con caracterizaciones completas de la caliza empleada, resulta muy complicada la localización de las fuentes de materia prima, dada la gran variedad de facies, tanto verticales como horizontales, que presentan los estratos sedimentarios. Esto implica que las prospecciones para encontrar los afloramientos sean a menudo infructuosas y que debamos recurrir a las principales litotecas para establecer una zona de aprovisionamiento, que habitualmente es demasiado amplia para constituir una escala adecuada para estas investigaciones.

Intentaremos recopilar en este trabajo los estudios realizados sobre la identificación de la piedra en diferentes imágenes y monumentos ibéricos, para tener una perspectiva del estado actual de los conocimientos y ofrecer unas reflexiones sobre las líneas más fructíferas que la investigación debe mantener abiertas en el futuro. Igualmente, si queremos conocer el proceso completo del trabajo en el taller, no podemos dejar de referirnos a la aplicación del color en la superficie del material escultórico y arquitectónico, que jugó un papel crucial en la caracterización de las figuras y en la decoración y el simbolismo de las construcciones.

Escultura ibérica, analíticas y procedencia de los materiales

Cada vez es mayor el número de piezas escultóricas ibéricas que son objeto de algún estudio analítico, aunque no todas llevan aparejado un proyecto de localización de las canteras en las que se extrajeron los bloques destinados a su talla (fig. 1). Abordaremos algunos de los ejemplos más significativos, siendo conscientes del carácter incompleto, aunque pensamos que representativo, de esta relación.

Fragmento de escultura femenina de Carmona (Sevilla)

El estudio petrológico y mineralógico de la roca en la que se talló este único ejemplo de escultura de época tartesia en el Bajo Guadalquivir se realizó sobre un testigo extraído de la parte posterior de la pieza, ya fragmentada e incompleta cuando se encontró (fig. 2). Con esta muestra se preparó una lámina delgada que fue examinada con microscopio petrográfico y con microscopía electrónica de barrido con un analizador de rayos X por energía dispersiva. El estudio mineralógico se hizo por difracción de rayos X, el color de la piedra se midió con un espectrofotómetro y su estado de

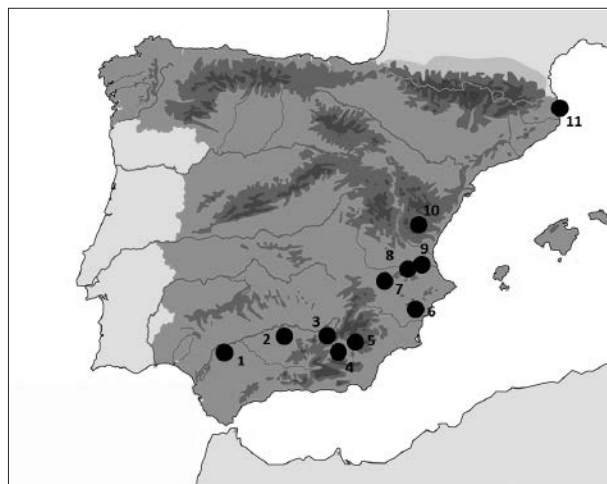


Figura 1. Principales yacimientos citados en el texto. 1. Carmona; 2. Porcuna; 3. Toya; 4. Baza; 5. Galera; 6. Elche; 7. Cerro de los Santos; 8. Corral de Saus; 9. La Bastida de Moixent; 10. Puntal dels Llops; 11. Ampurias.

conservación se precisó por medición de la velocidad de propagación de ultrasonidos.

Los resultados determinaron que la piedra utilizada es una caliza con microfósiles que puede clasificarse como Wackstone bioclástico de foraminíferos del género globigerina, cuyo ambiente de formación fue una zona marítima pelágica. Su coloración presenta distintos tonos según las zonas (grisácea en las superficies, amarillenta en el interior), que se explican por diferencias en las condiciones medioambientales que afectaron a las distintas partes de la pieza.⁵ No se detectaron restos de imprimación ni de color sobre la superficie natural. Tampoco dio resultado la investigación de campo para localizar en el término de Carmona afloramientos de calizas de características semejantes a la utilizada para tallar la estatua.

Esculturas de Cerrillo Blanco de Porcuna (Jaén)

El conjunto más importante de esculturas ibéricas procedentes de un mismo yacimiento es, sin duda, el de Cerrillo Blanco de Porcuna, en Jaén.⁶ La primera determinación de la piedra de sus esculturas fue realizada por el equipo encargado de su consolidación y restauración, dentro del programa previo a la exposición sobre los iberos que tendría lugar en Barcelona, París y Bonn, y a su nueva disposición expositiva en el Museo de Jaén.⁷ Para ello se extrajeron muestras de nueve piezas, todas las cuales presentaban la misma composición, según los resultados ofrecidos tras

5. BELÉN *et alii*, 2009.

6. GONZÁLEZ NAVARRETE, 1987.

7. GARCÍA, PÉREZ-GUERRA, 2006, p. 421.

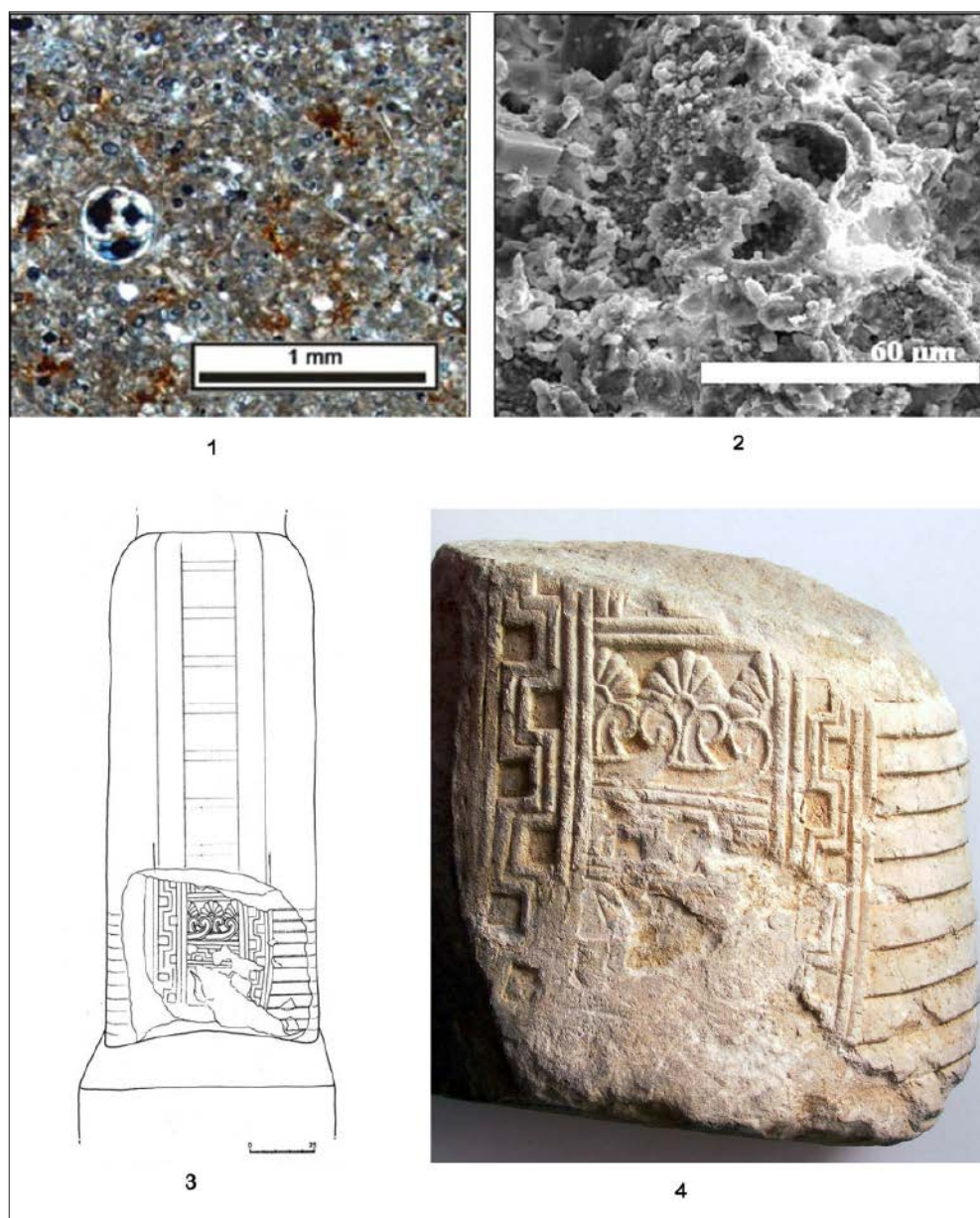


Figura 2. Escultura femenina de Carmona: 1. Lámina delgada con nicoles cruzados mostrando parte de sus componentes fosilíferos; 2. Imagen SEM con cristales calcíticos y detalle de una estructura de cámara de globigerina; 3. Propuesta de reconstrucción de la imagen; 4. Fragmento conservado de escultura (a partir de Belén *et alii*, 2009, figs. 2 y 6).

el estudio de láminas delgadas mediante microscopio petrográfico y la aplicación del difractor de rayos X.⁸ Posteriormente se realizaron nuevas analíticas a partir de cuatro fragmentos pertenecientes a basas y a uno procedente de excavaciones más recientes,⁹ que ratificaron las conclusiones de los estudios anteriores.¹⁰

La piedra utilizada para las esculturas de Porcuna es una biocalcarenita de grano fino (<1 mm) y de matriz micrítica. La roca está compuesta básicamente por partículas de globigerinas con un tamaño de entre 0,1

y 0,5 mm, junto con una proporción mucho menor de otros foraminíferos y moluscos. La concentración de elementos terrígenos es baja y consiste básicamente en cuarzo. La esparita es el cemento que une estos componentes, y también se detecta glauconita, cuyos granos son en ocasiones visibles en la superficie de las esculturas, llegando a alcanzar un tamaño de 4 mm. La roca presenta una importante porosidad (> 20 %) y su dureza es baja (valor medio de 43 ± 29), lo que facilita su talla.¹¹ Esta determinación, que todavía debe completarse, nos sirve para ejemplificar uno de los proble-

8. ESPINOSA, SAMEÑO, GUTIÉRREZ, 2001, pp. 370-371.

9. Estas analíticas se llevaron a cabo en el Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM) bajo la dirección del Dr. R. Fort, en el marco del proyecto HUM2007-60074. El mismo proyecto realizó otros estudios en colaboración con el Dr. L. Nieto y B. Ceprián (Universidad de Jaén), que se encuentran en proceso de redacción.

10. FORT *et alii*, 2013.

11. *Ibid.*, pp. 396-397.



Figura 3. Cantera de Santiago de Calatrava (Jaén) (foto: T. Chapa).

mas que hemos enumerado al comienzo del trabajo: la identificación automática de la piedra de las esculturas con la de canteras más o menos cercanas que han sido tradicionalmente explotadas y que a simple vista parecen similares.

Una vez descartado su origen en la propia Porcuna, por las diferencias de textura, color y dureza que presenta esta piedra, así como por la imposibilidad de extraer bloques de suficiente tamaño y espesor para tallar las grandes figuras que conforman los grupos escultóricos, se asignó la procedencia de la piedra a las canteras de Santiago de Calatrava,¹² una localidad situada 18 km al sur en la que se han realizado importantes explotaciones para usos locales y foráneos (fig. 3). Conforme a los cálculos efectuados por Negueruela,¹³ el número de esculturas del monumento estaría entre 40 y 60. Buscando la media, tendríamos 50 piezas a las que podemos asignar, con un nuevo promedio, 1 m³ de piedra para la talla de cada una. Esto supone un volumen importante de bloques y un peso total no menor de 100.000 kilogramos, a transportar a una distancia de algo más de 20 kilómetros, teniendo en cuenta la situación de Cerrillo Blanco.

Sin embargo, las analíticas realizadas sobre la piedra de las esculturas y la extraída en Santiago de Calatrava revelan una caracterización diferente, a pesar de sus similitudes externas, por lo que habría que buscar

otros lugares de procedencia.¹⁴ Una prospección puntual del entorno de Cerrillo Blanco tampoco localizó elementos compatibles con las esculturas, por lo que por el momento la identificación de las canteras originales del monumento no ha podido ser determinada, y se hacen necesarias exploraciones muy detalladas en todos aquellos afloramientos que puedan ser analíticamente compatibles, lo que supone un gran consumo de tiempo y recursos.

Dama de Elche (Alicante)

La imposibilidad de hacer un estudio geoquímico de la roca en la que se esculpió la Dama de Elche llevó a realizar el análisis petrográfico de un torso de guerrero «de factura idéntica» hallado en el mismo yacimiento de La Alcudia.¹⁵ De este modo se comprobó que la estatua varonil se había labrado en una caliza arenosa del Mioceno Superior (Tortonense II) cuyas canteras se localizan al noreste de Elche y se pensó que el material de la Dama pudo ser el mismo y no una caliza «Helveciense» (Mioceno Medio) de la sierra de El Ferriol, como se había supuesto por simple apreciación visual. Como veremos más abajo, los talleres escultóricos de la *Illici* ibérica trabajaron los dos tipos de roca.

Habría que esperar a 2005 para conocer los resultados del primer estudio analítico completo de la

12. GONZÁLEZ, 1987, p. 22.

13. NEGUERUELA, 1990, p. 35.

14. Informe preliminar realizado por L. Nieto y B. Ceprián.

15. ECHALLIER, MONTENAT, 1977.

Dama de Elche.¹⁶ Los análisis por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM y BSEI) y el microanálisis por espectrometría de dispersión de energía de rayos X (EDXR) determinaron que la roca base de la escultura es una caliza fosilífera, probablemente miocena, con abundantes foraminíferos, principalmente rotálidos y globigerinas, y escasa presencia de granos de cuarzo y feldespato como material detrítico. La matriz bioclástica muestra una textura de tipo Packstone-Wackestone. Por sus características litológicas y los fósiles que contiene, se concluye que la roca podría proceder de las canteras próximas a la ciudad de Elche.

Otra aportación importante de esta investigación fue demostrar que la policromía se aplicó sobre una capa homogénea de yeso mezclado con carbonato cálcico que cubría la superficie de la piedra. La identificación de pigmentos usados en la Antigüedad, como el azul egipcio y el bermellón natural, disiparían las dudas sobre la autenticidad de la pieza. Los análisis realizados en las mismas fechas, o poco después, por un equipo del Instituto del Patrimonio Histórico Español ratificarían la conservación de escasos restos de la policromía original.¹⁷

Finalmente, en el año 2007 se publicaba un detallado estudio sobre la geología y geomorfología del entorno ilicitano y sobre las canteras locales que suministraron la materia prima de la estatua de La Alcudia y de otros yacimientos ibéricos próximos.¹⁸ Como novedad, se aportan también en él datos sobre la composición petrológica del bloque en el que se talló la Dama, a partir del análisis microscópico de un fragmento de la escultura conservado en el Museo del Louvre y del examen directo de la pieza en el Museo Arqueológico Nacional. Los resultados analíticos identifican la roca como una caliza miocena de facies A, como ya se había adelantado en trabajos anteriores.¹⁹ Es de color beige-amarillento y se compone principalmente de abundantes foraminíferos planctónicos y otros microfósiles marinos (foraminíferos bentónicos y equinodermos), con presencia escasa de granos de glauconia y cemento esparítico.

Como decíamos líneas arriba, este tipo de caliza «Helveciense» es propia de las canteras de El Ferriol, a unos 10 kilómetros al norte de Elche, que se explotaron para la producción escultórica desde el siglo v a. C.

Con ella se tallaron, además de la Dama, varias de las obras (zoomorfas y antropomorfas) de la colección del Museo de La Alcudia. A ello se añade el hallazgo del esbozo de un personaje masculino, desbastado en cantera y desechado por fractura, que confirmaría la actividad en el área de El Ferriol²⁰ (fig. 4). Sin embargo, son más (dos tercios del total) las piezas que se labraron en caliza arenosa de facies B (Tortonense II), que se diferencia de la primera por la presencia de serpulidos de tipo *Ditrupa*, restos de ostreidos y foraminíferos del género *Heterostegina*. Sus canteras se localizan en el sector de Altavix, al suroeste del anterior y más próximo al asentamiento ibérico.²¹

Dama de Baza (Granada)

A diferencia de las restantes piezas que comentamos, recuperadas por azar o de resultados de prácticas ilegales, el hallazgo de esta escultura femenina sedente se produjo en el curso de una intervención arqueológica que F. Presedo realizaba durante el verano de 1971 en el Cerro del Santuario, una de las necrópolis prerromanas de la antigua *Basti*. Este hecho, además de su excepcional estado de conservación y la repercusión popular y mediática de su descubrimiento, explican que poco después se publicara un primer estudio sobre la tumba en la que se encontró.²² En él se aportaban también algunos datos tomados de los informes técnicos elaborados por J. M. Cabrera en el entonces Instituto Central de Restauración tras la llegada de la pieza a Madrid y recogidos poco después en una publicación del mismo autor.²³ En los informes se hace hincapié en el estado de la estatua y en las soluciones adoptadas para su conservación y se detallan las técnicas utilizadas para la caracterización geoquímica del soporte pétreo: microscopía óptica y electrónica, análisis químicos y espectrografía de emisión IR. De acuerdo con los resultados arqueométricos, la estatua fue tallada en un bloque de caliza de color grisáceo y estructura microcristalina, con alto contenido en carbonato de calcio (92 %) y una fracción silíceo de aproximadamente un 6 %, constituida, en su mayor parte, por esqueletos de diatomeas. Se señala también la presencia de foraminíferos, de minerales como moscovita, biotita o cuarzo y de abundantes partículas carbonosas. Para F. Presedo, el tipo de roca abunda en

16. LUXÁN, PRADA, DORREGO, 2005.

17. GÓMEZ *et alii*, 2010, p. 219.

18. GAGNAISON *et alii*, 2007.

19. GAGNAISON *et alii*, 2006, p. 154.

20. *Ibid.*

21. GAGNAISON *et alii*, 2007, p. 73.

22. PRESEDO, 1973.

23. CABRERA, 1972; GÓMEZ *et alii*, 2010, pp. 105-107.



Figura 4. Canteras y escultura inacabada de El Ferriol (fotos: T. Chapa).

la región, de donde deduce que la escultura pudo ser obra de un taller local o cercano.²⁴

Cabrera detectó pigmentos de azul egipcio, rojo cinabrio, ocre de tierra natural y negro de huesos carbonizados en la policromía de la pieza, siempre aplicados sobre una espesa capa de yeso que recubría la superficie caliza natural.²⁵ Sin duda, los colores de la Dama, que ahora sabemos enriquecidos por el uso de estaño para resaltar las joyas, han sido el tema más investigado hasta hoy.²⁶

Busto de varón de Baza (Granada)

Recuperada tras el expolio de la necrópolis bastetana de Cerro Largo en 1995, la escultura fue objeto de un estudio analítico en el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, donde se sacaron muestras del material pétreo, de las concreciones que presentaba y de la policromía.²⁷ La investigación incluyó también varias muestras de rocas de la misma formación geológica (Formación Baza) recogidas en posibles canteras, de color y aspecto similares a los de la estatua, con el fin de compararlas y tratar de localizar la procedencia de la materia prima del busto. El análisis mediante difracción de rayos X (DRX) y microscopía óptica de

luz polarizada sobre lámina delgada permitió caracterizarla como una caliza micrítica con braquiópodos y de porosidad muy alta, tanto interclástica como mólida. Su composición coincide con la de una muestra (GBC3) tomada en un afloramiento del Barranco del Sarmiento, «al norte de la curva de la muerte», con un 90 % de calcita y un 10 % de dolomita, por lo que se apunta la posibilidad de que la cantera de la que se extrajo la roca esculpida estuviera próxima a este punto. En cualquier caso, no hay duda de que se trata de una caliza de origen local, pero la variabilidad lateral de facies dentro de la misma formación geológica hace que sea difícil determinar con exactitud la procedencia del material.²⁸

La microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) permitió identificar pigmentos de cinabrio, tierras rojas y carbón de origen animal sobre un revestimiento previo de yeso o cal, o directamente sobre la piedra.²⁹

Dama del Cerro de los Santos (Montealegre del Castillo, Albacete)

Pese a que forma parte de la colección de escultura ibérica del Museo Arqueológico Nacional desde el último cuarto del siglo XIX, el primer estudio analítico

24. PRESEDO, 1973, p. 41.

25. GÓMEZ *et alii*, 2010, p. 107.

26. FERRERO *et alii*, 2001; LUXÁN, PRADA, DORREGO, 2005; GÓMEZ *et alii*, 2010.

27. ESPINOSA *et alii*, 1999.

28. *Ibid.*, pp. 52-53.

29. *Ibid.*, p. 53.

de que fue objeto se incluyó en un proyecto de intervención integral de la pieza con vistas a su exposición en las nuevas instalaciones museísticas que se abrirían al público en la primavera de 2014.³⁰ Para la caracterización lítica del soporte se tomó una muestra en el pedestal sobre el que se yergue la figura. Fue analizada mediante técnicas de microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido y espectrometría de dispersión de energía de rayos X (SEM-EDX) y difracción de rayos X (DRX). Su composición y estructura, básicamente calcita con microfósiles (foraminíferos) y granos de cuarzo, dolomita y feldespato potásico, permiten clasificar la roca como biocalcareníta o caliza arenosa, probablemente procedente de afloramientos próximos al yacimiento. De la policromía original, directamente aplicada sobre la superficie natural de la roca, solo parece segura la presencia de pigmentos de azul egipcio.³¹

El estudio de los monumentos arquitectónicos

La caracterización de la piedra de las construcciones ibéricas, especialmente murallas o viviendas, se realiza generalmente *de visu* y se relaciona con materiales del entorno inmediato debido a la similitud evidente de las características de la piedra. Sin embargo, algunos estudios como el de Puntal dels Llops o La Bastida de Moixent aportan una información más detallada. En el primer caso, la piedra utilizada ha sido identificada como dolomía local, extraída seguramente de la cantera explotada inmediatamente al norte de la muralla y cuyo material se empleó en forma de mampuestos irregulares sin apenas preparación. También se utilizó el rodano que aflora a los pies del cerro, cuyo carácter exfoliable, así como su dureza y resistencia a la erosión y el fuego, se aprovechó para el enrasado de los zócalos de las viviendas, el revestimiento de algunos muros, el acabado de bancos y escalones o ciertos enlosados. Finalmente, parece que en el núcleo de murallas y muros se aprovecharon con profusión los materiales constructivos del anterior asentamiento de la Edad del Bronce.³²

En cuanto a La Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia), un poblado ocupado entre finales del siglo v y finales del iv a. C., parece que todos los materiales utilizados fueron extraídos en un área de 2,5 kilómetros de radio. La mayor parte de la piedra empleada para la construcción de los zócalos de las viviendas y de las fortificaciones fue la dolomía gris oscura procedente

del propio sustrato del cerro, extraída seguramente de la cresta rocosa situada al oeste del yacimiento, pues desde allí su transporte hasta las obras sería más fácil. Se trata de un material de textura gruesa, tendencia a la disgregación granular y con abundantes ejes de fracturación, cuya talla resulta compleja, pero que desempeña bien su función en forma de mampuestos. Para ciertos umbrales y esquinas de las viviendas, se optó por unas calizas grises arenosas que afloran en la Lloma del Serrellar y en el extremo nororiental de la vertiente de umbría de La Bastida, o bien por unas calizas grises micríticas llegadas de la primera. De estas dos canteras, los constructores de La Bastida posiblemente privilegiarían la Lloma del Serrellar, situada a 2,2 kilómetros del poblado pero accesible a través de un camino para carros, en tanto que la cantera de la vertiente nororiental de La Bastida se sitúa a solo 400 metros de las murallas, pero la distancia ha de cubrirse mediante un empinado camino de herradura.³³

Contrasta el caso ibérico con el de la Ampurias griega (La Escala, Gerona), donde además de emplear la piedra costera para las construcciones portuarias y urbanas,³⁴ se evidencia la importación desde la zona del Languedoc de elementos arquitectónicos decorados. Es el caso de las antefijas y acróteras pétreas pertenecientes a la cubierta a dos aguas de un templo del siglo v a. C., decoradas con palmetas y flores de loto y marcadas con signos alfabéticos griegos. Como señala Dupré,³⁵ en una época en la que no existían talleres de terracotas en la Península, resultaría más barato, y quizás más prestigioso, importar estos elementos arquitectónicos de piedra, o quizás la piedra en bruto, desde el sur de Francia. Su presencia en un lugar tan alejado a su afloramiento de origen es un claro indicador de toda una serie de mecanismos económicos y políticos que no serían nada habituales, por lo que parece, en el mundo ibérico peninsular.

Volviendo a territorio ibérico y pasando a un contexto de necrópolis, debemos señalar el estudio realizado por T. Orozco en la necrópolis de Corral de Saus (Moixent, Valencia). Se estudiaron 51 fragmentos pétreos de las sepulturas, de los que se extrajeron 11 muestras para lámina delgada. El examen visual ya puso de manifiesto que la mayor parte de los elementos escultóricos y arquitectónicos analizados habían sido tallados sobre rocas detríticas de textura clástica y grano fino o muy fino, con las únicas excepciones del cipo con un bajorrelieve de jinete, labrado sobre una caliza compacta, y un molino barquiforme reutilizado en el

30. MORENO, GARCÍA, 2015.

31. BLANCO *et alii*, 2015, pp. 112-115.

32. BONET, PASTOR, 1984, pp. 166-167; BONET, MATA, 2002, pp. 101-102.

33. BONET, RUBIO, DÍES, 2000, p. 432; FERRER, 2011, p. 72.

34. SANMARTÍ, 1994; GUTIÉRREZ, 2010, pp. 17-18.

35. DUPRÉ, 2005, pp. 114-116.

relleno de un encachado tumular, fabricado a partir de un microconglomerado poligénico.³⁶ Aunque en los alrededores del yacimiento existen afloramientos de dolomías, margas dolomíticas y, en menor proporción, calizas esparíticas, ninguno de ellos presenta un litotipo idéntico a los de los materiales arqueológicos. Hay que alcanzar la zona de Montesa, a unos 5 kilómetros, para encontrar calcarenitas y calcarenitas bioclásticas aparentemente similares.³⁷ Aunque el parecido no es suficiente para afirmar de manera taxativa cuáles fueron las formaciones geológicas explotadas por la comunidad que levantó los monumentos de Corral de Saus, todo parece indicar que las canteras no se encontrarían demasiado lejos.

En el mismo sentido se ha trabajado en la necrópolis de Tútuqi (Galera, Granada), donde se ha prestado un interés especial a la procedencia de la piedra para la arquitectura sepulcral, cajas cinerarias y material escultórico, así como a la identificación de los componentes de su decoración pictórica (fig. 5). En el primer caso, la determinación de muestras realizada mediante lámina delgada en microscopio petrográfico ha detectado que en uno de los túmulos más emblemáticos, la tumba 75, los sillares basales de la cámara se tallaron con material del entorno de la obra, mientras que la piedra de relleno se obtuvo en las elevaciones situadas al otro lado de la pequeña Cañada del Castaño, a menos de 1 kilómetro en línea recta y a menos de 2 kilómetros siguiendo la línea de cota. En esta zona se han encontrado vestigios de cantería antigua, correspondiente quizás con los trabajos de construcción de la necrópolis.³⁸ Los afloramientos de la T. 75 sirvieron también para tallar la mano humana de gran tamaño aparecida en la T. 50. Por su parte, las cajas cinerarias y los fragmentos de moldura decorada no parecen corresponderse con estratos reconocidos en la Cuenca de Guadix-Baza, y por lo tanto se considera que pudieron ser importados de zonas más alejadas.³⁹

La determinación de los componentes de los revestimientos de paredes y objetos se ha aplicado al menos sobre 14 tumbas y diversos objetos como cerámicas, cajas cinerarias y una pieza de pasta vítrea. El análisis ha utilizado prioritariamente la microscopía Raman (MRS), de carácter no destructivo, así como la microfluorescencia de rayos X de energía dispersiva (μ EDXRF) para la identificación de los componentes químicos de los pigmentos. Resulta de gran interés la comprobación de que los revocos de los muros exteriores se elaboran con calcita, mientras que en los interiores se emplea el yeso, al igual que en las cajas

funerarias. La decisión parece estar relacionada con la mayor resistencia de la primera a los agentes atmosféricos. En cuanto a la decoración pintada, se emplea hematites para el rojo, carbón vegetal para el negro y yeso para el blanco. La mano de la T. 50 se recubrió con hematites, yeso y dolomita, y su coloración es más o menos rosácea debido a la presencia de cuarzo, un componente importante de la propia piedra.⁴⁰

Conclusiones

En el coloquio que sirve de marco a este libro, el profesor J.-C. Bessac resumió lo que sería un planteamiento ideal para la localización de canteras de época romana, comenzando desde los niveles más generales —el estudio del parcelario catastral y sus anomalías, análisis detallados de la topografía, imágenes de satélite y cartografía geológica— hasta los particulares (existencia de canteras modernas, búsqueda de señales de cantería antigua, etc.).

Por el contrario, la cultura ibérica se caracteriza por un escaso desarrollo de la arquitectura monumental que precisara de la extracción sistemática de bloques de gran tamaño en canteras organizadas industrialmente, cosa que solo sucederá en momentos muy tardíos, contemporáneos con la presencia cartaginesa y romana. Para las etapas anteriores al siglo III a. C., los conjuntos escultóricos fueron prácticamente las únicas producciones que exigieron la selección de la piedra idónea y un cuidado especial en el transporte de los bloques. Sin embargo, el escaso volumen de esta actividad y el hecho de que explotaran los niveles más superficiales de los afloramientos, ha provocado la práctica desaparición de los frentes de cantera. En consecuencia, en el caso de la escultura ibérica no tenemos más opción que recorrer el camino opuesto, yendo de lo particular (caracterización petrográfica detallada de las piedras empleadas) a la búsqueda de canteras que presenten una composición compatible, lo que resulta especialmente complejo al tratarse de piedras calizas, con una fuerte variación lateral de facies.

La investigación queda muy abierta y exige estudios detallados de la composición geológica de los afloramientos calizos, pero los buenos resultados obtenidos en El Ferriol o Galera animan a continuar, añadiendo además un campo todavía poco explorado en la arqueología ibérica, como es el de los caminos que permitieron el traslado de los bloques y la comunicación en general entre asentamientos. Solo así lle-

36. OROZCO, 2000, p. 496.

37. *Ibid.*, pp. 498-499.

38. GARCÍA, NIETO, RODRÍGUEZ-ARIZA, 2014, p. 386.

39. *Ibid.*, p. 387.

40. SÁNCHEZ *et alii*, 2014, p. 364.



Figura 5. Extracción de muestras para análisis en la necrópolis de Galera (Granada) (A partir de García Tortosa *et alii*, 2014, fig. 4).

gará a comprenderse la magnitud de las obras que se emprendieron para monumentalizar el paisaje con la originalidad que es propia de los escultores y constructores ibéricos.

Bibliografía

ALMAGRO GORBEA, Martín (1975), «El monumento de Pozo Moro y el problema de las raíces orientales del arte ibérico», *Las Ciencias*, XL (2), s. p.

BELÉN, María, VÁZQUEZ-CALVO, Carmen, FORT, Rafael, CHAPA, Teresa (2009), «The First Evidence of a Tartessian Stone Sculpture: a Fragmentary Cult Image from Carmona (Seville, Spain)», en Philippe JOCKEY (dir.), *Leukos lithos. Interdisciplinary Studies on Mediterranean Ancient Marble and Stones. Proceedings of the VIIIth International Conference of the Association for the Study of Marble and Other Stones used in Antiquity (ASMOSIA), Aix-en-Provence (12-18 juin 2006)*, París, Maisonneuve & Larose, Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, pp. 243-254.

- BLANCO, Manuel, GARCÍA, María Antonia, MONTERO, Julia, EGIDO, Marián del, ANTELO, Tomás, BUESO, Miriam, ANAYA, Ángeles, MARCO, Luis, GARCÍA MARTÍNEZ, Elena, MORENO, María Antonia (2015), «Metodología y estudios analíticos en la intervención de la *Gran Dama Oferente del Santuario* del Cerro de los Santos, Montealegre del Castillo (Albacete)», *La Ciencia y el Arte V. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*, Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 102-120.
- BONET, Helena, MATA, Consuelo (2002), *El Puntal dels Llops. Un fortín edetano*. Valencia, Servicio de Investigación Prehistórica.
- BONET, Helena, PASTOR, Ignacio (1984), «Técnicas constructivas y organización del hábitat en el poblado ibérico de Puntal dels Llops (Olocau, Valencia)», *Saguntum*, 18, pp. 163-187.
- BONET, Helena, RUBIO, Francisca, DÍES, Enrique (2000), «Proyecto de área didáctica y de investigación arquitectónica: la construcción de una casa ibérica en la Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia)», en Consuelo MATA y Guillem PÉREZ JORDÀ (eds.), *Ibers. Agricultors, artesans i comerciants. III Reunió sobre Economia en el Món Ibèric*, Valencia, Museu de Prehistòria de València, pp. 431-439.
- CABRERA, José María (1972), «Conservación y restauración de una escultura en piedra policromada del s. IV a. C.», *Informes y Trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte*, 12, pp. 23-34.
- CHAPA, Teresa, IZQUIERDO, Isabel (2012), «Talleres de escultura ibérica en piedra: a propósito de algunos ejemplos del sureste peninsular», *Archivo de Prehistoria Levantina*, 29, pp. 237-264.
- DUPRÉ, Xavier (2005), «Terracotas arquitectónicas prerromanas en *Emporion*», *Empúries*, 54, pp. 103-123.
- ECHALLIER, Jean-Claude, MONTENAT, Christian (1977), «Nota sobre la procedencia de las rocas utilizadas en las esculturas ibéricas de La Alcudia de Elche (Alicante)», *Revista del Instituto de Estudios Alicantinos*, 20, II época (enero-abril), pp. 7-10.
- ESPINOSA GAITÁN, Jesús, ONTIVEROS ORTEGA, Esther, MARTÍN GARCÍA, Lourdes, VILLEGAS SÁNCHEZ, Rosario (1999), «Estudio analítico de los materiales de la escultura ibérica denominada "El guerrero de Baza"», en Concha SAN MARTÍN MONTILLA y Manuel RAMOS LIZANA (coords.), *El guerrero de Baza*, Granada, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, pp. 49-56.
- ESPINOSA GAITÁN, Jesús, SAMEÑO PUERTO, Marta, GUTIÉRREZ MONTERO, Francisco (2001), «Esculturas del Cerrillo Blanco de Porcuna (Jaén): caracterización de los materiales y evaluación de los productos de tratamiento», en Blanca María GÓMEZ TUBÍO, Miguel Ángel RESPALDIZA y María Luisa PARDO RODRÍGUEZ (coords.), *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Sevilla, Fundación El Monte, Universidad de Sevilla, pp. 370-378.
- FERRER, Carlos (2011), «La piedra y el barro en la arquitectura del asentamiento», en Helena BONET y Jaime VIVES-FERRÁNDIZ (eds.), *La Bastida de les Alcusses 1928-2010*, Valencia, Museu de Prehistòria de València, pp. 72-73.
- FERRERO, José Luis, ROLDÁN, Clodoaldo, JUANES, David, ROVIRA, Salvador (2001), «Análisis EDXRF de pigmentos de la Dama de Baza (s. IV a. C.)», en Blanca María GÓMEZ TUBÍO, Miguel Ángel RESPALDIZA y María Luisa PARDO RODRÍGUEZ (eds.), *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Sevilla, Fundación El Monte, Universidad de Sevilla, pp. 109-115.
- FORT, Rafael, VÁZQUEZ-CALVO, Carmen, CHAPA, Teresa, MARTÍNEZ-NAVARRETE, María Isabel, BELÉN, María (2013), «An analytical study of Iberian Iron Age Stone Sculptures and their surface marks», *Archaeometry*, 55 (3), pp. 391-406.
- GAGNAISON, Cyril, MONTENAT, Christian, BARRIER, Pascal, ROUILLARD, Pierre (2007), «L'environnement du site ibérique de La Alcudia et les carrières antiques de la Dame d'Elche (Province d'Alicante, Espagne)», *ArcheoSciences, revue d'archéométrie*, 31, pp. 59-78.
- GAGNAISON, Cyril, MONTENAT, Christian, MORATALLA, Jesús, ROUILLARD, Pierre, TRUZSKOWSKI, Elizabeth (2006), «Une ébauche de sculpture ibérique dans les carrières de la Dame d'Elche. Le buste d'El Ferriol (Elche, Alicante)», *Mélanges de la Casa de Velázquez, Nouvelle série*, 36 (1), pp. 153-172.
- GARCÍA Y BELLIDO, Antonio (1943), «Algunos problemas de arte y cronología ibéricos», *Archivo Español de Arqueología*, 16 (1), pp. 78-108.
- GARCÍA MARTÍNEZ, Elena, PÉREZ-GUERRA SALGADO, Jorge (2006), «Restauración de las esculturas ibéricas de Cerrillo Blanco de Porcuna (Jaén)», *Sautuola*, XII, pp. 421-432.
- GARCÍA TORTOSA, Francisco Juan, NIETO ALBERT, Luis, RODRÍGUEZ-ARIZA, María Oliva (2014), «Marco geológico y geomorfológico y características petrográficas de las rocas utilizadas en la Necrópolis ibérica de Tútugi (Galera, Granada)», en María Oliva RODRÍGUEZ ARIZA, *La necrópolis ibérica de Tútugi (2000-2012)*, Jaén, Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica, Universidad de Jaén, (DVD), pp. 377-388.
- GÓMEZ, Marisa, JUANES, David, NAVARRO, José Vicente, MARTÍN DE HIJAS, Carmen, EGIDO, Marián del, ALGUERÓ, Montse, GONZÁLEZ, Elena, ARTEAGA, Ángela (2010), «La escultura de Baza: materias primas, pátinas y policromía», en Teresa CHAPA e Isabel IZQUIERDO (coords.), *La Dama de Baza. Un*

- viaje femenino al más allá. Actas del Encuentro Internacional. Museo Arqueológico Nacional*, Madrid, 27 y 28 de noviembre de 2007, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 103-117.
- GONZÁLEZ NAVARRETE, Juan (1987), *Escultura ibérica de Cerrillo Blanco, Porcuna, Jaén*, Jaén, Diputación Provincial de Jaén, Instituto de Cultura.
- GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna (2010), «Recursos lapídeos del noreste de la Península Ibérica en época romana: canteras y ciudades», *Bollettino di archeologia on line*, vol. esp. 2, pp. 13-33.
- LLOBREGAT, Enrique (1966), «La escultura ibérica en piedra del País Valenciano. Bases para un estudio crítico contemporáneo del arte ibérico», *Archivo de Arte Valenciano*, xxxvii, pp. 41-57.
- LUXÁN, María Pilar, PRADA, José Luis, DORREGO, Fernando (2005), «Dama de Elche: Pigments, surface coating and stone of the sculpture», *Materials and Structures*, 38, pp. 419-424.
- MORENO, María Antonia, GARCÍA MARTÍNEZ, Elena (2015), «Intervenciones en la Gran Dama Oferente del santuario del Cerro de los Santos, Montealegre del Castillo (Albacete)», *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 33, pp. 100-120.
- NEGUERUELA, Iván (1990), *Los monumentos escultóricos ibéricos del Cerrillo Blanco de Porcuna (Jaén)*, Madrid, Ministerio de Cultura.
- OROZCO, Teresa (2000), «Estudio petrológico de algunos materiales líticos procedentes de la necrópolis del Corral de Saus (Moixent, Valencia)», en Isabel IZQUIERDO PERAILE, *Monumentos funerarios ibéricos: los pilares-estela*, Diputación Provincial de Valencia, Serie de Trabajos Varios 98, Valencia, pp. 495-499.
- PRESEDO VELO, Francisco (1973), *La Dama de Baza*, Madrid, Museo Arqueológico Nacional.
- ROUILLARD, Pierre, GLEYSE, Marine, MORATALLA, Jesús, MONTEL, Gérard, COSTA, Laurent, MONTENAT, Christian, GAGNAISON, Cyril (2010), «Entre “Dama” y “Santa María”, las canteras de El Ferriol en Elche», en Alicia RODERO y Magdalena BARRIL (coords.), *Ciclo de conferencias Viejos yacimientos, nuevas aportaciones (Madrid, 2008)*, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 211-235.
- SÁNCHEZ VIZCAÍNO, Alberto, PARRAS GUIJARRO, David Jesús, TUÑÓN LÓPEZ, José Alfonso, MONTEJO GÁMEZ, Manuel, RAMOS MARTOS, Natividad (2014), «Análisis de recubrimientos y pigmentos en la necrópolis ibérica de Tútugi, Galera (Granada)», en María Oliva RODRÍGUEZ ARIZA, *La necrópolis ibérica de Tútugi (2000-2012)*, Jaén Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica, Universidad de Jaén, (DVD), pp. 349-368.
- SANMARTÍ, Enric (1994), «Una primera aproximació al coneixement de les pedreres de l'antiga Empúries (l'Escala. Alt Empordà)», *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, xxxiii, pp. 139-155.

LAS CANTERAS DE *AUGUSTA EMERITA*

IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES Y PRIMEROS DATOS SOBRE LA RELACIÓN CON LOS EDIFICIOS DE ESPECTÁCULOS: EL TEATRO ROMANO*

Antonio Pizzo
Instituto de Arqueología - Mérida, CSIC-Gobex

María Isabel Mota
Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción, INTROMAC

Rafael Fort
Instituto de Geociencias, CSIC-UCM

Mónica Álvarez de Buergo
Instituto de Geociencias, CSIC-UCM

Resumen

En este trabajo se resumen los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en las canteras de *Augusta Emerita* desde la identificación de los contextos de extracción de granitos en los alrededores de la ciudad hasta los procesos de producción y transformación del material pétreo en elemento de la construcción. Finalmente, se presentan los avances de un trabajo reciente de tipo arqueométrico relacionado con la identificación de los materiales lapídeos empleados en la construcción de los edificios de espectáculos y su procedencia.

Palabras clave: canteras, prospección, producción, territorio, arqueometría, procesos constructivos.

Resumé

Ce travail résume les recherches conduites dans les carrières de Emerita Augusta: l'identification des contextes d'extraction du granit dans les environs de la ville, les processus de production et de transformation du matériau en pierre à construire. Ensuite il est présentée une synthèse des travaux archéométriques permettant de mettre en relation les matériaux mis oeuvre pour la construction des édifices de spectacle et de préciser la provenance de ces matériaux.

Mots clés : carrières, prospection, production, territoire, archéométrie, processus de construction.

* Este trabajo se enmarca en las actividades científicas del proyecto de investigación *La arquitectura romana de la Lusitania. Producción y economía de los procesos de perduración, transformación e innovación técnica* (referencia: HAR2015-64392-C4-3-P), IP: Antonio Pizzo, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, FEDER. Los resultados de este trabajo de investigación derivan de la tesis doctoral inédita «Caracterización y procedencia de los materiales geológicos utilizados en el Teatro y Anfiteatro de la ciudad de Mérida en época romana», escrita por M.^a Isabel Mota López y dirigida por los doctores Rafael Fort, Mónica Álvarez de Buergo y Antonio Pizzo.

Las canteras de *Augusta Emerita*: identificación y aspectos productivos¹

El estudio de las canteras de *Augusta Emerita* se relaciona con una línea de investigación que desde hace más de una década plantea el conocimiento de los aspectos productivos vinculados con la comprensión de la arquitectura urbana y la construcción de esta ciudad de la Lusitania. Como ya se ha observado en otras ocasiones, la historiografía de la Mérida romana ha analizado de manera muy superficial y poco sistemática el estudio de los ámbitos de producción del material lapídeo, focalizando el interés principalmente en síntesis de carácter topográfico, urbanístico y arquitectónico. En estos años de proyectos ligados con el análisis técnico de los monumentos de la Lusitania hemos querido recuperar los estudios sobre la producción lapídea y la reconstrucción de los procesos de extracción, transformación y empleo del material según una cultura arquitectónica concreta que caracteriza al yacimiento durante tres siglos de intensa actividad edilicia.²

Con este objetivo, se ha realizado una prospección sistemática de la casi totalidad de los terrenos caracterizados por la presencia geológica de granitos, asociando las diferentes improntas de extracción en distintas áreas a la cantera de Proserpina, explotada, con toda seguridad, en época altoimperial. De este modo se han podido reconocer una serie de conjuntos extractivos de gran importancia en distintas zonas del territorio emeritense y, sobre todo, efectuar una distinción diacrónica de la explotación.

A los aspectos más relacionados con la extracción y la producción del material se ha asociado, en un estudio reciente, el análisis del territorio vinculado con las explotaciones, intentando contextualizar las canteras con el paisaje y el hábitat que las integra y realizando una lectura de los ámbitos productivos con algunos yacimientos documentados en estos últimos años en las proximidades de las áreas extractivas.³

El análisis de las canteras de *Augusta Emerita* se relaciona directamente con el estudio de la tecnología constructiva utilizada en la ciudad durante el periodo romano. La definición de la misma exige un paso específico en la configuración de los distintos contextos productivos de material lapídeo para la realización de las grandes obras. Debido a la ausencia de investigaciones sistemáticas previas, se han efectuado una serie de prospecciones orientadas al descubrimiento de numerosos frentes de extracción, localizados en un territorio

muy amplio. Las abundantes evidencias han permitido, además, un análisis de los primeros indicadores de un proceso de extracción a gran escala, en funcionamiento a lo largo de varios siglos. Por la extensión de las áreas explotadas, el estudio se ha limitado, en esta primera etapa, a la localización de restos superficiales y a su inserción en un sistema georreferenciado.

El objeto de nuestro estudio se refiere a los centros de extracción relacionados con el territorio de la ciudad y, sobre todo, con los restos de conjuntos extractivos antiguos, comparables tipológicamente con las huellas de explotación romanas conservadas en el fondo de la presa de Proserpina, las únicas analizadas tras la limpieza del pantano.⁴ Una vez individualizadas las canteras, se ha procedido a la prospección de las áreas explotadas y al registro de las improntas de los procesos productivos, con la intención de ofrecer informaciones sobre las distintas etapas del mismo proceso.

A partir de este primer análisis arqueológico de las canteras de granito de Mérida se empiezan a determinar varios aspectos relativos a su explotación. La situación topográfica y el emplazamiento de cada una de ellas corresponde a elecciones específicas respecto al tipo de material existente, a la facilidad y rapidez de los procesos de extracción y a su transporte a la ciudad. Las huellas evidentes en los restos examinados indican varias operaciones en la base del proceso productivo del material, aunque resulta difícil establecer con exactitud sus fases completas. Las principales indicaciones, derivadas de improntas arqueológicas muchas veces escasas y limitadas a la primera etapa de la producción del material (extracción), indican algunos aspectos generales sobre las modalidades de esta operación que influyen en la organización y gestión de la cantera. Por otro lado, permanecen en un nivel hipotético las variedades de las operaciones acometidas, las cantidades de materiales extraídos y la duración de la explotación de una zona o un centro de producción.

Como ya se ha indicado en las publicaciones citadas para la configuración de este apartado, las canteras documentadas en el territorio emeritense pertenecen a la tipología de canteras a cielo abierto, sin explotación en galerías. La naturaleza del terreno y los afloramientos distribuidos a lo largo de una amplia zona orientaron a un tipo de extracción basada en la identificación de materiales superficiales de buena calidad y al agotamiento de los afloramientos hasta las superficies de trabajo. Esta elección obligó, evidentemente, a la apertura de distintos frentes y zonas con presencia de granitos, distribuidos en una porción muy extensa de

1. Este apartado retoma dos publicaciones anteriores en las que se han presentado los últimos avances en relación con la identificación y el análisis de los frentes extractivos del territorio de *Augusta Emerita*. Véase Pizzo, 2010, 2011.

2. PIZZO, 2010, pp. 565-582.

3. PIZZO, CORDERO, 2014, pp. 329-340.

4. DE LA BARRERA, 2000.

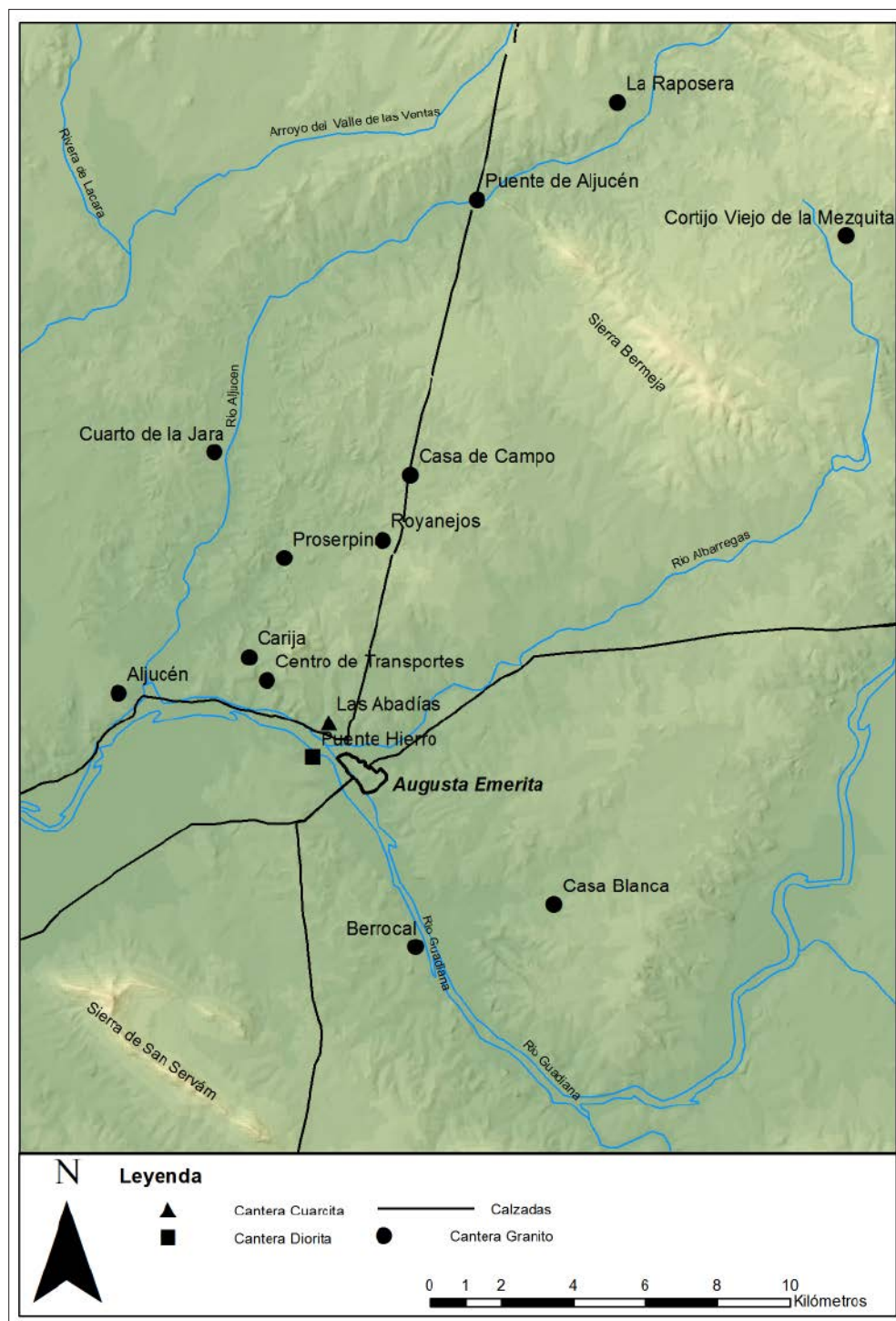


Figura 1. Mapa con la localización de las canteras en el territorio de *Augusta Emerita* (elaboración: Antonio Pizzo).

territorio. Si se observa la planimetría con la situación topográfica de las canteras (fig. 1), se aprecia una difusión territorial que no responde a una concentración de la explotación. Las áreas se encuentran diseminadas al norte, noroeste, sureste y suroeste de la ciudad. Respecto al sistema en galería, en las canteras a cielo abierto se ahorran grandes cantidades de tiempo en el movimiento de los bloques y su distribución a las áreas de transformación, lo que facilita las fases de transporte y la posibilidad de trabajar siempre en áreas abiertas con grandes espacios disponibles.

El tipo de explotación empleado en la extracción del material granítico plantea un problema a nuestra investigación. La propia composición morfológica y su exposición permanente a los agentes climáticos condicionan los datos respecto a un análisis de canteras explotadas con sistemas en galería. En este último caso, las improntas arqueológicas de los procesos productivos resultan más completas, ya que se conservan las improntas de las herramientas, con la indicación de las distintas fases de explotación de un banco geológico, las operaciones y el tipo de trabajo efectuados

para la extracción y, consecuentemente, los elementos para la definición del tipo de organización y gestión de un centro productivo. Resulta difícil establecer la extensión real de las canteras de época romana y las distintas etapas de la extracción; distinguir el momento de explotación sistemática en relación con un proceso productivo continuo vinculado con la construcción de los edificios urbanos; y las etapas de explotación esporádica existentes en un territorio estrictamente relacionado con la agricultura y la ganadería. Las condiciones ambientales de exposición constante de los frentes antiguos han borrado, en muchos casos, las huellas del trabajo y la distribución de las distintas áreas destinadas a la extracción, el almacenaje y la primera transformación del material constructivo.

La extracción de la piedra para la construcción de *Augusta Emerita* se efectúa en una distancia media que no supera los 12 kilómetros, exceptuando la zona de La Raposera, situada a 18,25 kilómetros. Las principales áreas detectadas se encuentran al sur (El Berrocal, Casa Blanca) y al noroeste (Carija, Proserpina, Royanejos, Cuarto de la Jara) de la ciudad. En la elección de estos centros de extracción influye, evidentemente, la cercanía con la ciudad y la proximidad de vías de comunicación, principales o secundarias, para el transporte del material a pie de obra. El transporte se realizaba en todos los casos por vías terrestres, aunque en el caso de la cantera de El Berrocal nos gustaría pensar en un sistema mixto de transporte que empleaba plataformas para la llegada del material a la zona de la isla fluvial próxima a la ciudad y al puente sobre el río Guadiana.

Las áreas productivas de Proserpina, distantes aproximadamente 6 kilómetros, comunican con la ciudad mediante otra vía de transporte que parece vincularse con la explotación del territorio circundante en el ámbito del desarrollo agropecuario y las actividades extractivas. La presencia de numerosas huellas de extracción en una amplia área adyacente al pantano de Proserpina indica, en nuestra opinión, la evidente relación de la vía con la producción y el transporte de material granítico a la ciudad. La cantidad de frentes existentes en esta zona obliga no solamente a la presencia de un camino directo a la ciudad, sino también a una amplia red de conexiones entre las zonas explotadas y dicho camino, configurándose un paisaje complejo donde es posible imaginar varias zonas pobladas en conexión con la cantería.

Al suroeste de esta área se encuentra otra zona de gran importancia, situada en la base de la sierra de Carija, a 5 kilómetros de la ciudad, próxima a un tramo del acueducto de Los Milagros. La extensión de esta área, explotada hasta el siglo pasado, permitía, mediante caminos secundarios, una conexión directa con la vía que corre paralela al río Guadiana en su lado norte.

Al noroeste de la sierra de Carija se documenta la explotación del Cuarto de la Jara, situada a 12 kilómetros de Mérida, distancia considerable, salvada por la presencia de otro eje de comunicación perpendicular a la misma vía al norte del Guadiana, que se extiende en dirección al área de explotación citada.

A una distancia de 6,4 kilómetros se encuentran los frentes de extracción en la localidad de Royanejos,



Figura 2. Detalle de una zona de extracción en la Finca Royanejos en donde se aprecian signos de explotación y su proximidad a la autovía de la Plata (A-66) al fondo de la imagen.

directamente en conexión con la denominada Vía de la Plata, al este y al oeste de esta.

Los restos de una explotación situada a 18,25 kilómetros de la ciudad, en la finca La Raposera, debido a la distancia considerable existente, crean cierta dificultad para vincular esta cantera con la producción de material para la construcción de edificios emeritenses.

La totalidad de los contextos productivos documentados presentan una serie de denominadores comunes en relación con las modalidades y la tecnología empleada en el proceso de extracción. La pertenencia a formaciones geológicas similares y afloramientos superficiales de la misma tipología obliga a un tipo de gestión parecida en los frentes explorados. La primera operación consiste probablemente en liberar completamente de la tierra el frente a utilizar y limpiar las zonas superficiales alteradas hasta llegar al granito sano.

La extracción se efectúa individualizando una porción superficial de dimensiones adecuadas para obtener las cantidades suficientes de material; en una segunda etapa se aprovechan las fisuras, diaclasas o fracturas de descompresión horizontales, calculando si su grosor es suficiente para la transformación de la materia prima en una serie de bloques, sillares o elementos constructivos de dimensiones adecuadas a las utilizadas en la arquitectura de la ciudad. En el caso de no existir bancos geológicos naturales, se realizan, de manera artificial, con herramientas de incisión, acompañadas por ranuras de mayor profundidad y forma rectangular para el alojamiento de cuñas a distancias regulares para separar la primera masa de material. En un segundo momento se aplican cuñas perpendiculares a las primeras para el desprendimiento de los bloques.

En general, el cálculo se realiza sobre la altura de los bloques, que se mantiene constante a lo largo de la historia de la construcción de la ciudad. La mayoría de los sillares presentan una altura media comprendida entre 40 y 44,5 centímetros, con alturas mínimas de 30 y máximas de 65 centímetros, aproximadamente.

En el caso de los elementos arquitectónicos en granito, habría que plantear la existencia de talleres vinculados con las canteras situados en sus inmediaciones. Sin embargo, en el estado actual de la investigación no existen elementos tangibles para una segura identificación, dificultada por la misma tipología de las canteras al aire libre.

Existen datos muy parciales para la identificación del proceso completo de talla del material, de transformación y elaboración. Son pocos los elementos para establecer si la totalidad de los productos salían de la cantera como materiales acabados o solamente esbozados. A partir de la comparación de datos aportados por el análisis de las técnicas constructivas de la ciudad

ha sido posible definir mejor este proceso, a pesar de que sería fundamental un respaldo procedente desde las mismas canteras. La presencia de numerosos restos de elaboración encontrados en distintos lugares de la ciudad y en contextos estratigráficos relacionados con el desarrollo de las obras edilicias indican que, generalmente, la forma final de los elementos constructivos coincidía solo en parte con el área en construcción, y las piezas se transformaba definitivamente a pie de obra, basándose en las etapas del proceso constructivo y en las exigencias formales y estáticas de los aparejos.

En términos generales, no parece que se emplee un sistema ordenado de extracción según escalones regulares, como por ejemplo en el caso de la cantera de El Mèdol en Tarragona, debido al hecho de que los afloramientos de granito presentan una altura limitada. Es probable que se actuara facilitando el desprendimiento de grandes bloques de materiales del afloramiento originario, sucesivamente tallados según las dimensiones necesarias, sin la necesidad de crear el complejo sistema de escalonamiento (Bessac, 1986), limitándose este último a dos o tres escalones.

Los residuos presentes en las canteras indican gran parte de los mecanismos de funcionamiento interno, la organización del trabajo y los cambios producidos por las características de los materiales. En ciertos casos, es posible plantear que la realización de las ranuras para seccionar los bloques se efectuara con el empleo de picos de cantería que dejaban un trazado suficientemente profundo para la sucesiva inserción de las cuñas. Sin embargo, este proceso no aparece en otros restos, lo que indica que la separación de las diferentes partes del granito se realizaba, también, sin practicar una guía horizontal mediante una ranura, sino simplemente con la alineación aproximada de las mortajas para cuñas de forma trapezoidal.

La organización del proceso de extracción se gestiona empleando un doble sistema para la segmentación de los materiales. Los canteros buscan en los afloramientos las líneas de fractura naturales,⁵ para evitar la preparación manual de los distintos niveles extractivos. A partir de estos puntos de rupturas se recortan con distintos formatos las porciones de granito para la primera transformación en elementos constructivos y arquitectónicos. Sin embargo, en la mayoría de los casos se procede a la fase de preparación y recorte del granito según medidas establecidas previamente, basándose en las dimensiones de las piezas, con la realización de incisiones artificiales que permiten establecer las reglas métricas, sucesivamente empleadas a pie de obra. Las dimensiones de la altura de los bancos de granito registradas en las canteras indican una evidente correspondencia con la altura de las hiladas presentes

5. FREIRE-LISTA, inédita, 2016; FREIRE-LISTA, FORT, 2016, p. 932.

en la mayoría de las construcciones en granito de la ciudad, lo que plantea, de esta manera, un control y una estandarización productiva ya en la primera fase del ciclo de transformación de la materia prima.

Parece evidente que la existencia de productos acabados muy estandarizados a lo largo de la historia de la ciudad ha influenciado evidentemente la gestión de las explotaciones, relacionadas en la totalidad de los casos con la transformación de elementos y materiales de la misma tipología.

Las canteras de *Augusta Emerita* y el problema de la conservación de los monumentos

El objetivo de la investigación no es solamente de carácter arqueológico, vinculado con la identificación de las relaciones existentes entre el proceso extractivo en las canteras de granito y el proceso productivo de la arquitectura monumental de la ciudad, sino también de tipo patrimonial, ligado a la idea general de que los análisis arqueológicos, arqueométricos y geológicos puedan resultar de utilidad para diferentes ámbitos de actuación en el campo de la conservación y la restauración de los edificios históricos.

A pesar del actual buen estado de conservación de los edificios romanos de Mérida, se plantean ya cuestiones de conservación de los monumentos e intervenciones de restauración parcial que necesitan de estudios analíticos de los materiales objeto de los distintos tratamientos.

Cuando se aborda la conservación y/o restauración del patrimonio arquitectónico y se piensa en la posibilidad de llevar a cabo tareas de sustitución de los materiales muy degradados que lo constituyen, es imprescindible realizar estas actuaciones con un material muy similar, para evitar incompatibilidades de materiales y, con ello, una aceleración del proceso de degradación del monumento. Sin embargo, en muchas ocasiones, numerosas intervenciones de restauración se han llevado a cabo con materiales diferentes a los originalmente empleados, que son incompatibles con las características de los materiales originales⁶ y susceptibles de agravar el problema de su conservación. Es necesario tener en cuenta que las intervenciones de conservación de estos edificios históricos deben realizarse de forma respetuosa para no alterar ni la distribución ni el aspecto del edificio. Una de las formas de conseguir este objetivo es el empleo de materiales que presenten características petrológicas (petrográficas, petrofísicas y geoquímicas) similares a las de los materiales originales, es decir, mediante la localización

de las canteras originales o de afloramientos pertenecientes a la misma formación geológica. Para poder localizar estas canteras es preciso utilizar una metodología basada en el conocimiento de las características petrológicas de sus materiales y en un conocimiento geológico de zona, además del conocimiento histórico y artístico de la obra.⁷ La problemática de la relación de los materiales con la restauración y conservación del patrimonio de la ciudad se hace más evidente en un importante conjunto arqueológico y monumental, declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 1993.

En esta contribución se observa desde la óptica de la geología la realización de una primera caracterización petrológica de los materiales lapídeos de un edificio de espectáculos tan significativo como el teatro de Mérida, que plantea también una serie de objetivos complementarios en otros dos ámbitos de la investigación: la conservación y las futuras restauraciones de los edificios, y el análisis arqueológico.

Metodología para la identificación de los materiales

En el campo de la conservación y la restauración, seleccionar el material más adecuado para poder restituir los elementos pétreos más deteriorados, que puedan afectar a la estructura del monumento, se puede considerar una de las intervenciones más importantes, en las que es imprescindible conocer las zonas de donde los monumentos se abastecieron de los diferentes geomateriales, por lo que es necesario conocer y localizar estas canteras históricas. De esta forma, es posible emplear una roca que pertenezca a la misma formación geológica y que permita evaluar el grado de deterioro del material empleado en el monumento.

La toma de muestras en el teatro de Mérida se realizó según dos puntos de vista diferentes: por un lado, en función de los diferentes geomateriales empleados en el edificio, con objeto de caracterizar y determinar la procedencia de la piedra empleada y considerando que su origen pudiera pertenecer a una o más canteras; y por otro lado, con el objetivo de solucionar diferentes cuestiones históricas y arqueológicas, vinculadas con la construcción, el uso y la transformación de estos edificios de espectáculos. Para su extracción, se escogieron zonas en las que el material pétreo se encontraba lo más inalterado posible, con el fin de poder llegar a comparar sus características con las de la roca seleccionada en las canteras. El muestreo se realizó mediante la extracción de testigos y el relleno posterior con una

6. IGLESIAS, 1996, pp. 271-276; CAZALLA, inédita, 2001; PÉREZ, ÁLVAREZ, BUSTAMANTE, 2013a, pp. 693-700 y 2013b, pp. 269-278.

7. FORT, 1996, pp. 311-316.

mezcla de resina epoxi y el lodo resultante de la extracción de los testigos, en algunos casos, y en otros, de pequeños fragmentos de granito, mediante martillo y cincel. Debido al carácter singular de este edificio, el muestreo fue posible gracias a los diferentes permisos facilitados por el Consorcio de la Ciudad Monumental, Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida.⁸

Las canteras que se han estudiado en este trabajo son la cantera de El Berrocal, al sur, Finca Royanejos, al norte, y las canteras de Carija y de la zona de Proserpina, al noroeste de la ciudad. Dentro de Proserpina, se han estudiado cuatro zonas correspondientes a posibles explotaciones de época romana. Estas zonas son la Finca Cuarto de la Charca, la Finca Los Baldíos y dos zonas próximas al Club de Tennis de Proserpina.

La metodología seguida en este trabajo ha consistido en la combinación de diferentes métodos de caracterización: estudios petrográficos, mineralógicos y geoquímicos, estudios petrofísicos en laboratorio y ensayos de la velocidad de ultrasonidos e índice de rebote *in situ*, con los que se ha conseguido identificar, de forma satisfactoria, las zonas de extracción del material pétreo empleado en la construcción de los monumentos.⁹

Síntesis de los resultados arqueométricos

El estudio macroscópico y microscópico, inicialmente, nos ha revelado que las rocas graníticas empleadas en los sillares de los monumentos son homogéneas, lo que podría ser indicativo de presentar una misma zona de abastecimiento. El lugar de procedencia se enclava dentro del batolito de Mérida, si bien es cierto que este presenta diferencias en cuanto a su composición mineralógica y a los tamaños de grano. La facies granítica de este batolito es muy similar, petrográficamente, a la observada en los monumentos. Aun perteneciendo a la misma formación geológica, los granitos de los monumentos debieron de extraerse de diferentes frentes de cantera, bien abiertos expresamente para abastecer de material a la construcción del mismo, o bien frentes que ya estaban explotándose, abasteciendo a su vez a otras construcciones de la época.

A partir del estudio petrográfico se han podido diferenciar dos tipos de granito, un monzogranito porfídico de dos micas y un leucogranito con moscovita. Esto también se ha visto apoyado mediante la mineralogía

obtenida por difracción de rayos X (DRX), la cual es muy similar para los granitos analizados. Sin embargo, se observa la presencia de clorita en las muestras de la zona del embalse de Proserpina, mientras que en los de sierra del Berrocal no aparecen. Este leucogranito se identifica claramente con el granito empleado en la construcción de la muralla perimetral del recinto, que alberga las dos construcciones, teatro y anfiteatro.

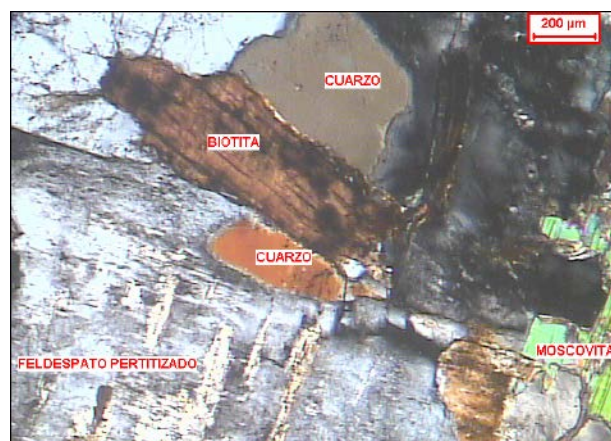


Figura 3. Microfotografía con nicoles cruzados (NX) –microscopía óptica de polarización– en donde se observa feldespato potásico con textura de exolución perítica, cuarzo y micas (biotita y moscovita). Muestra correspondiente a uno de los sillares de la zona suroriental del muro perimetral del teatro.

Sin embargo, mediante el empleo de esta técnica de forma única no es posible determinar con precisión la procedencia de los materiales graníticos cuando se trata de material perteneciente al mismo batolito y con una misma facies. Para ello hemos recurrido al estudio de la geoquímica total de las diferentes muestras de monumento y cantera, que permiten una mejor diferenciación de los granitos.¹⁰ A partir de las concentraciones de los óxidos de elementos mayores, elementos traza y, particularmente, tierras raras (REE), se ha podido llegar a indicar los lugares de procedencia. Las concentraciones de los óxidos de elementos mayores han servido para determinar que los granitos del monumento presentan una tendencia calcoalcalina, al igual que sucede con los granitos de las canteras estudiadas, si bien es cierto que no llegan a clarificar la procedencia. De igual forma sucede con las concentraciones de los elementos traza, en las que a partir de las diferentes concentraciones de algunos de ellos po-

8. Financiación obtenida en la Tarea 1, Diagnóstico y Durabilidad en Materiales de Construcción del Patrimonio actual e histórico del Proyecto RITECA (0318_RITECA_4_E), el Programa de Geomateriales (S2009/MAT-1629 y S2013/MIT-2914) de la Comunidad de Madrid, Grupo de Petrología Aplicada a la Conservación del Patrimonio y el Laboratorio de Petrofísica del Instituto de Geociencias del IGEO (CSIC-UCM).

9. MOTA, 2015; MOTA *et alii*, 2008, pp. 1167-1170; MOTTA *et alii*, 2015.

10. FORT *et alii*, 1992, pp. 136-147; MALFILATRE *et alii*, 2014, pp. 13-31.

demos apreciar procesos de alteración de los granitos, causados por estar expuestos al medioambiente y que, debido a la capacidad de algunos de estos elementos de movilizarse, se incorporan a otras fases minerales. Los contenidos totales en REE, pesadas y ligeras, permiten identificar, de manera más precisa, cuál es el lugar de procedencia de los granitos. Esto es posible también, en algún caso, con la ayuda de las concentraciones de los óxidos de elementos mayores y las concentraciones de elementos traza.

En cuanto a sus características petrofísicas, estos presentan, respecto a los granitos de las canteras, mayor porosidad, capacidad de absorción de agua y, además, valores inferiores en la resistencia a la compresión. Por tanto, resulta complicado emplear estos parámetros como criterio para determinar la procedencia de los materiales utilizados en la construcción de los monumentos, ya que los granitos de las canteras estudiadas presentan valores similares respecto a sus propiedades físicas y, por encima de todo, por ser propiedades que varían de forma importante según el grado de alteración de la roca. Además, a pesar de no haber constituido técnicas determinantes para asignar las canteras de procedencia, sí que permiten no descartar posibles procedencias, debido a la similitud en estas propiedades, y pueden considerarse técnicas complementarias. Por tanto, las propiedades petrofísicas, por sí solas, no son suficientes, únicas o determinantes para localizar canteras de procedencia de un material pétreo de construcción, aunque sí pueden ser exclusivas.

El empleo *in situ* de las técnicas para la evaluación de la velocidad de propagación de ultrasonidos (V_p) y el índice de rebote (R_n), en determinados sillares del monumento, ha sido determinante a la hora de establecer el grado de deterioro de los materiales. Ambas técnicas están directamente relacionadas entre sí y sus resultados son inversamente proporcionales al estado de deterioro del material granítico.¹¹ Estas técnicas deben ir acompañadas de un estudio petrológico del granito, ya que las propiedades mineralógicas y texturales influyen de forma notable en las propiedades físico-mecánicas de las rocas.¹² De forma generalizada, los valores obtenidos de V_p y R_n son inferiores en las rocas de los monumentos respecto a las de las canteras, lo que da una idea del estado de deterioro que presentan. Estas técnicas, por tanto, aportan principalmente valores de grado de deterioro de la roca del monumento,¹³ además de ser apropiadas para descartar determinadas zonas de procedencia de la piedra. Esto último se po-

dría explicar, a partir de la disparidad de resultados entre las canteras y los sillares de los monumentos, en el caso de los datos de frentes antiguos o abandonados, comparados con los medidos en el monumento, en donde se podría observar su evolución.

También es importante indicar que los valores de V_p y R_n se ven disminuidos cuando en los sillares graníticos se aprecia la presencia de biocolonización o cuando la porosidad presenta valores considerables. De igual forma sucede cuando estos sillares presentan acabados diferentes, que tienen en la rugosidad del material un aspecto diferenciador a la hora de obtener estos parámetros. También se puede destacar que los valores de V_p y R_n se muestran diferentes a la hora de analizar en un frente vertical de extracción o en planos perpendiculares (techo), aspecto que queda reflejado posiblemente también en los sillares y en su forma de colocación en el monumento.¹⁴ Esto se debe al grado de anisotropía del material que nos va a ofrecer valores diferentes, tanto en el monumento, y en función de su colocación en el edificio, como en la cantera, ya que los datos serán distintos si se obtienen en el frente de explotación (como normalmente se ha hecho) o se mide en la superficie horizontal paralela al terreno, como ha sido en el caso de la zona de la carretera en el embalse de Proserpina.

Observaciones sobre el proceso constructivo del teatro en función del análisis arqueométrico de los materiales graníticos

A través de la caracterización del material lapídeo del teatro, se ha podido establecer una relación muy estrecha entre el aspecto formal, las funciones estructurales de los diferentes elementos constructivos y los medios técnicos y materiales empleados en su realización. Es decir, una perfecta integración entre el conocimiento de las propiedades estáticas del granito, a disposición en las cercanías de la ciudad, y su adaptación a las reglas técnico-constructivas, a disposición de los ejecutores materiales de las obras. Es evidente que el aspecto original y el estado de conservación actual del edificio dependen esencialmente de la naturaleza de las rocas empleadas, sus propiedades mecánicas y químicas, sus características geológicas y los procesos de extracción utilizados para su empleo en la arquitectura de la ciudad.¹⁵

La observación general de los mapas de distribución y procedencia de los materiales lapídeos del teatro

11. TUGRUL, ZARIF, 1999, pp. 303-317; YASAR, ERDOGAN, 2004, pp. 281-284; GOUDIE, 2006.

12. TUGRUL, ZARIF, 1999, pp. 303-317; FORT *et alii*, 2010, pp. 149-157; FORT *et alii*, 2013, pp. 296-305.

13. FORT *et alii*, 2010 y 2013.

14. FREIRE-LISTA, FORT, 2016, p. 932.

15. PIZZO, 2009 y 2010; PIZZO, CORDERO, 2014.

(fig. 5) indica la existencia de explotaciones sistemáticas de frentes de canteras que pertenecen a una facies principal de granito-monzogranito porfídico que varía de tamaño de grano y textura hacia los márgenes del batolito. Los análisis llevados a cabo para la determinación de Vp y Rn concluyen con la presencia de material pétreo procedente de la Finca Royanejos en gran parte de la estructura del teatro, si bien aparecen otras zonas de procedencia como la Finca Los Baldíos y la Finca Cuarto de la Charca. Estos resultados atribuyen de forma orientativa la piedra de los vomitorios del teatro a una misma facies de granito-monzogranito porfídico de dos micas, con resultados similares a los obtenidos en la zona de extracción de la Finca Royanejos. Sin embargo, la caracterización realizada con el resto de técnicas empleadas, como los estudios petrográficos y los análisis geoquímicos, permiten establecer una procedencia más exhaustiva y elaborar una lectura del proceso constructivo de los edificios. Estos análisis, generalmente realizados por los arqueólogos con una lectura sistemática de las estratificaciones verticales de los alzados, resultaban de difícil elaboración, debido a la forma geométrica del hemiciclo del teatro, su extensión y sobre todo la homogeneidad de los materiales. Este trabajo ha permitido integrar las ideas generales sobre la construcción del teatro con un esquema suficientemente detallado de la organización de la obra.

La lectura del mapa de procedencias (fig. 5) nos indica muy claramente el proceso de edificación seguido por los constructores del teatro. Las obras del edificio empezaron en los extremos del hemiciclo de forma paralela. El material que llega a la obra en estos sectores proviene en ambos casos del frente de la Finca Los Baldíos, procedencia establecida basándose en los resultados del análisis de REE, DRX y estudio petrográfico, donde los minerales de cuarzo de estas muestras y las del granito de la Finca Los Baldíos presentan tamaños de grano gruesos.

Sucesivamente, la construcción se orienta hacia el centro del hemiciclo con materiales que proceden de la zona de la Finca Cuarto de la Charca, determinación obtenida a partir del estudio petrográfico, DRX y los óxidos de los elementos mayores, los elementos traza y los espectros de REE (fig. 4).

El cierre central de la *cavea* se lleva a cabo con la presencia de material de la Finca Royanejos, determinada a partir de los resultados obtenidos del estudio petrográfico y del análisis geoquímico (óxidos de los elementos mayores y elementos traza que coinciden con los de la Finca Royanejos). El espectro de REE también resulta coincidente con el de esta cantera.

En la zona occidental de la escena y en la *versura* oriental, en estructuras anteriores a las reformas tardías de este espacio, se observa la presencia de materiales que proceden de la Finca Royanejos (procedencia determinada a partir de los resultados obtenidos median-

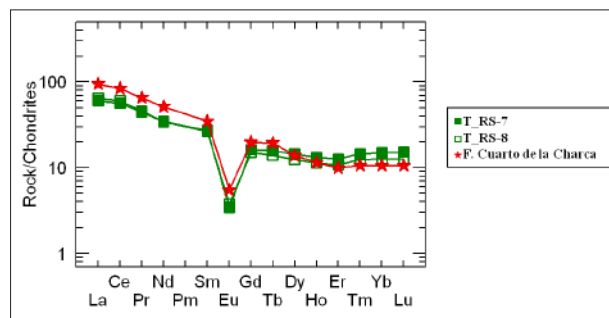


Figura 4. Diagrama de abundancia de tierras raras de las muestras de rocas graníticas del Teatro (T_RS-7 y T_RS-8), y de la roca de la cantera de la Finca Cuarto de la Charca.

te el estudio petrográfico y apoyados por la DRX y por las propiedades petrofísicas), datos que probablemente proponen una diacronía en la construcción de dichos espacios, de forma coetánea o inmediatamente después del cierre del hemiciclo.

Un dato a tener en cuenta que habrá que contrastar con nuevos estudios es la presencia alterna de material procedente tanto de la cantera de la sierra de Carija como de la Finca Royanejos en el *aditus* occidental. Mientras que los análisis de Vp y Rn muestran cierta alternancia en cuanto a la diferente procedencia de los sillares, con valores por debajo de los obtenidos en estas dos zonas de extracción, el análisis geoquímico de una de las muestras, los óxidos de los elementos mayores, los elementos traza y el espectro de REE, son prácticamente coincidentes con los resultados obtenidos para la Finca Royanejos.

Extremamente interesante para la discusión arqueológica es el dato existente sobre la realización del peristilo del teatro con material granítico de la Finca Los Baldíos, a partir de una muestra tomada en la parte norte del mismo peristilo, que parece asociar los materiales a la explotación de este frente, a la vez que se está empleando para la construcción de los primeros elementos del hemiciclo de la *cavea*, lo que podría indicar un mismo periodo constructivo. Este dato se obtiene a partir de la coincidencia de los espectros de REE de esta muestra con las de esta cantera.

Respecto al funcionamiento de las canteras emeritenses, es necesario señalar que en el momento de construcción de los edificios de espectáculos existen varios frentes de extracción, abiertos al mismo tiempo, que facilitan el aprovisionamiento de materiales de estas dos grandes obras públicas. El área mayoritariamente explotada es la relativa a la zona del embalse de Proserpina, y, en este sentido, la caracterización petrográfica plantea un factor de interpretación hasta ahora desconocido. En el momento de la construcción de estos edificios, el área de explotación no se circunscribe al frente abierto en el lugar de la actual presa, donde existen restos de actividades extractivas consideradas

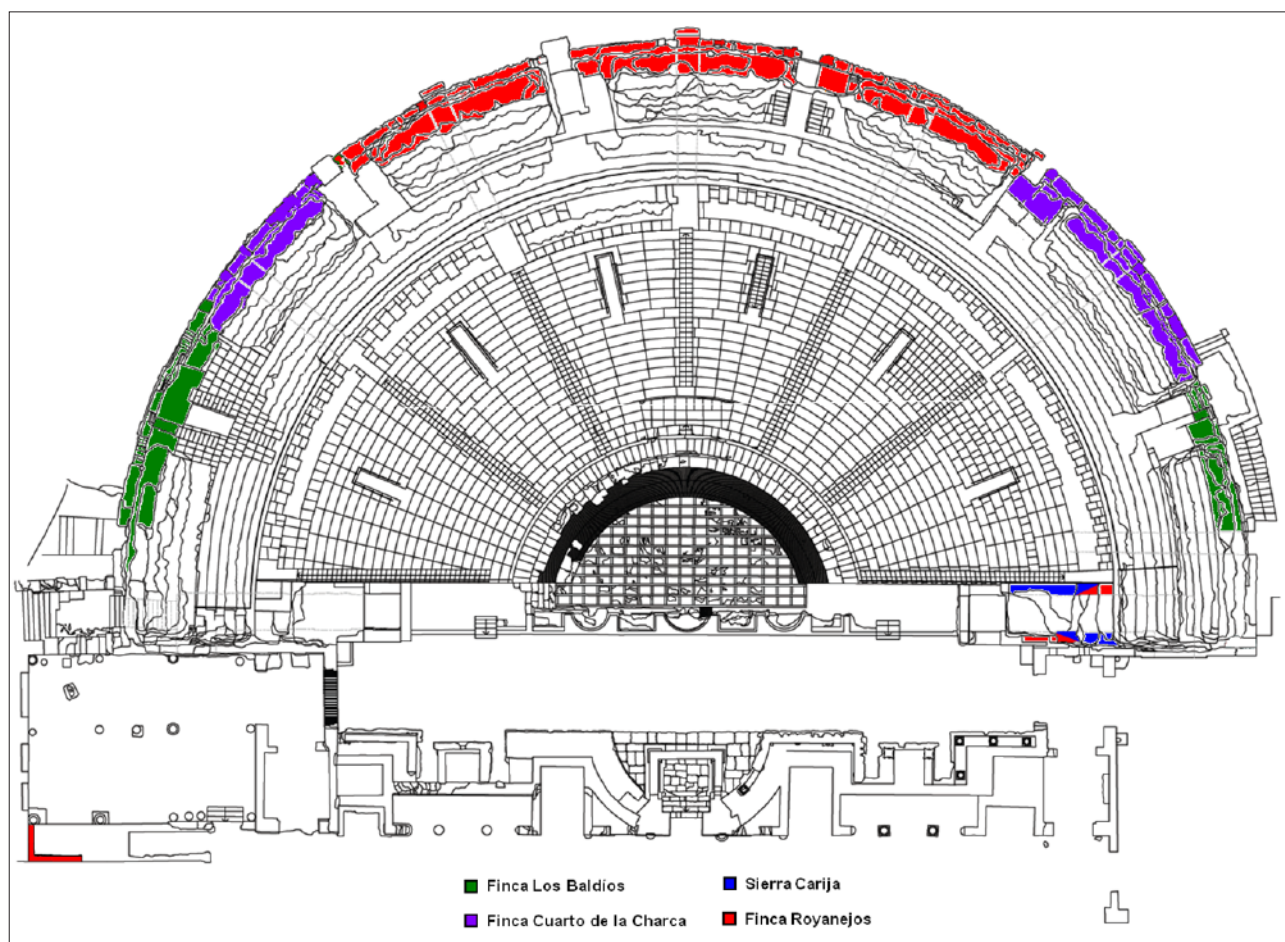


Figura 5. Mapa de procedencias de las rocas de las diferentes zonas del teatro así como de la zona de explotación seleccionada (planimetría: IAM).

desde siempre la gran cantera para la construcción de Mérida, sino que las actividades de producción de elementos lapídeos se extienden en un área de aproximadamente 40 km² alrededor de la presa. Estas dimensiones y el tipo de extracción sistemática de materiales con diferentes frentes abiertos a la vez, como testimonio la distribución en los edificios, configuran un área productiva hasta ahora sin dimensionar y caracterizar en profundidad. Se trata de un verdadero *pagus*, destinado a las actividades productivas para la edilicia de la ciudad, donde debieron de existir estructuras de servicio y pequeños asentamientos todavía por explorar, a pesar de que, últimamente, se han reinterpretado algunas de ellas recientemente descubiertas.¹⁶

Las perspectivas abiertas en este sentido interesan por varios aspectos. Uno de ellos es la reconstrucción y valorización de los paisajes históricos de las canteras, cuya comprensión facilita directamente el conocimiento de la industria edilicia y sus implicaciones socioeconómicas, en un determinado territorio en relación con una o más ciudades de la Antigüedad. Otro

aspecto, complementario a la industria de la construcción, es el de la relación entre centros de aprovisionamiento y técnicas edilicias, en el sentido del análisis directo sobre la influencia de los materiales extraídos y la producción arquitectónica de un ámbito territorial específico.

Sin embargo, creemos que nuestra aportación abre nuevos puntos de observación científica en la ya citada relación cantera-edificio, demostrando la posibilidad de establecer la dinámica del proceso constructivo de estos edificios a partir de la distribución de la caracterización petrográfica de los materiales y su procedencia, aspecto arqueométrico que, hasta la actualidad, no se había empleado con el objetivo concreto de definir las fórmulas organizativas del trabajo en la arquitectura de época romana.

En este sentido, los resultados de este trabajo plantean nuevas cuestiones y ensayos que no se contemplaron en la planificación original del trabajo y que, a la luz de los datos existentes, permitirían solucionar otras problemáticas arqueológicas surgidas paralelamente al

16. PIZZO, CORDERO, 2014.

proceso de caracterización y a los avances de las investigaciones arqueológicas. Los principales trabajos futuros deberían profundizar en el estudio del *aditus* occidental y, sobre todo, del *aditus* oriental del teatro. Estos espacios, realizados con una técnica constructiva distinta respecto al resto del teatro, presentan una mayor regularidad en la talla de los elementos constructivos y una modulación reducida,¹⁷ y pueden pertenecer a etapas de obras o fases edilicias distintas. En este sentido, esta posibilidad, que intentaremos comprobar sistemáticamente en trabajos posteriores, se plantea debido a la presencia de material con distinta procedencia (sierra de Carija y Finca Royanejos) en el *aditus* occidental, dato único en el panorama homogéneo de los materiales del resto del teatro.

Bibliografía

- BARRERA, José Luis de la (2000), *La decoración arquitectónica de los foros de Augusta Emerita*, Roma.
- BESSAC, Jean-Claude (1986), «La prospection archéologique des carrières de pierre de taille: approche méthodologique», *Aquitania*, 4, pp. 151-171.
- CAZALLA, Olga (inédita), «Morteros de cal. Aplicación en el patrimonio histórico», tesis doctoral defendida en 2001 en la Universidad de Granada.
- DURÁN CABELLO, Rosalía-M.^a (2004), *El teatro y el anfiteatro de Augusta Emerita. Contribución al conocimiento histórico de la capital de Lusitania*, BAR International Series 1207, Oxford.
- FORT, Rafael (1996), «Localización de antiguas canteras utilizadas en el patrimonio monumental», en FRANCISCO MINGARRO (ed.), *Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico*, Madrid, pp. 311-316.
- FORT, Rafael, ÁLVAREZ DE BUERGO, Mónica, PÉREZ MONTERRAT, Elena (2013), «Non-destructive testing for the assessment of granite decay in heritage structures compared to quarry stone», *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 61, pp. 296-305.
- FORT, Rafael, ÁLVAREZ DE BUERGO, Mónica, PÉREZ MONTERRAT, Elena, VARAS, M.^a José (2010), «Characterization of monzogranitic batholiths as a supply source for heritage construction in the northwest of Madrid», *Engineering Geology*, 115, pp. 149-157.
- FORT, Rafael, BUSTILLO, M.^a de los Angeles, LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, MINGARRO, Francisco (1992), «Tendencias geoquímicas durante el proceso de alteración de los granitos de la Catedral de Toledo», *Boletín Geológico y Minero*, 103 (1), pp. 136-147.
- FREIRE-LISTA, David Martín (inédita), «*El granito como piedra de construcción en Madrid: durabilidad y puesta en valor*», tesis doctoral defendida en 2016 en la Universidad Complutense de Madrid.
- FREIRE-LISTA, David Martín, FORT, Rafael (2016), «Causes of scaling on bush-hammered heritage ash-lars: a case study - Plaza Mayor of Madrid (Spain)», *Environmental Earth Sciences*, 75, p. 932.
- GOUDIE, Andrew (2006) «The Schmidt Hammer in geomorphological research», *Progress in Physical Geography*, 30 (6), pp. 703-718.
- GOUDIE, Andrew, VILES, Heather (1997), *Salt weathering hazards*, Londres.
- IGLESIAS MARTÍNEZ, M.^a Cruz (1996), «Análisis de la variación de la composición de los morteros utilizados en los muros de fábrica tradicionales: la compatibilidad de los morteros tradicionales de cal y la incompatibilidad de los morteros de cemento en el funcionamiento constructivo y estructural de los muros de fábrica tradicionales», en *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, pp. 271-276.
- MALFILATRE, Claudine, HALLOT, Erwan, BOULVAIS, Philippe, POIJOL, Marc, CHAUVIN, Annick, GAPAIS, Denis, DABARD, Marie Pierre, BOURQUIN, Sylvie, PALLIX, Didier (2014), «Fingerprinting the provenance of building stones: a case study on the Louvigné and Lanhélin granitic rocks (Armorican massif, France)», *Bulletin de la Société géologique de France*, 185, pp. 13-31.
- MOTA, M.^a Isabel (inédita), «Caracterización y procedencia de los materiales geológicos utilizados en el Teatro y Anfiteatro de la ciudad de Mérida en época romana», tesis doctoral defendida en 2015 en la Universidad Complutense de Madrid.
- MOTA, M.^a Isabel, ÁLVAREZ DE BUERGO, Mónica, FORT, Rafael, PIZZO, Antonio (2015), «Contributions of non-destructive testing for determining the provenance of the granites used in the Roman Amphitheatre from Emerita Augusta, Badajoz, Spain», en *EGU 2015 General Assembly Conference Abstracts*, <[http://http://adsabs.harvard.edu/abs/2015EGUGA.17.6749M](http://adsabs.harvard.edu/abs/2015EGUGA.17.6749M)> [consultado el: 01/12/2016].
- MOTA, M.^a Isabel, ERCILLA, Óscar, MADERUELO, Rubén, FORT, Rafael, VARAS, M.^a José (2008), «Procedencia de la piedra de construcción de la Muralla de Plasencia, Cáceres», *Geo-Temas*, 10, pp. 1167-1170.
- PÉREZ EMA, Natalia, ÁLVAREZ DE BUERGO, Mónica, BUSTAMANTE, Rosa (2013a), «Integrated studies for the evaluation of conservation treatments on building materials from archaeological sites. Applica-

17. Pizzo, 2010.

- tion to the case of Merida (Spain)», *International Journal of Conservation Science*, 4, pp. 693-700.
- PÉREZ EMA, Natalia, ÁLVAREZ DE BUERGO, Mónica, BUSTAMANTE, Rosa (2013b), «Effects of conservation interventions on the archaeological Roman site of Merida (Spain). Advance of research», *Procedia Chemistry*, 8, pp. 269-278.
- PIZZO, Antonio (2009), *Las técnicas constructivas de la edilicia pública de Augusta Emerita*, Anejos de Archivo Español de Arqueología, LVI, Mérida.
- PIZZO, Antonio (2010), «El aprovisionamiento de los materiales constructivos en la arquitectura de *Augusta Emerita*: las canteras de granito», en S. CAMPOREALE, H. DESSALES y A. PIZZO (eds.), *Archeologia della Costruzione II. I processi costruttivi nel mondo romano: Italia e province orientali*, Anejos de Archivo Español de Arqueología, LVII, Madrid, pp. 565-582.
- PIZZO, Antonio (2011), «Las canteras de granito de *Augusta Emerita*: localización y sistemas de explotación», en *Actas del Congreso Internacional 1910-2010. El yacimiento emeritense. 100 años de Excavaciones Arqueológicas*, Mérida, pp. 365-389.
- PIZZO, Antonio, CORDERO, Tomás (2014), «El paisaje de las canteras emeritenses. Poblamiento y áreas de producción», en J. BONETTO, S. CAMPOREALE y A. PIZZO (eds.), *Arqueología de la Construcción IV. Las canteras en el mundo antiguo. Sistemas de explotación y procesos productivos*, Anejos de Archivo Español de Arqueología, LXIX, Mérida, pp. 329-340.
- TUGRUL, Atiye, ZARIF, Ibrahim Halil (1999), «Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey», *Engineering Geology*, 51, pp. 303-317.
- YASAR, Ergul, ERDOGAN, Yasin (2004), «Estimation of rock physicommechanical properties using hardness methods», *Engineering Geology*, 71, pp. 281-284.

LA FORMACIÓN FOLGUEROLES (BARTONIENSE) COMO RECURSO LÍTICO EN ÉPOCA IBÉRICA Y ROMANA

Carles Roqué Pau

Àrea de Geodinàmica Externa y Geomorfologia. Facultat de Ciències. Universitat de Girona

Xavier Rocas Gutiérrez

Terracotta Museu de Ceràmica de la Bisbal d'Empordà

Resumen

La Fm. Folgueroles (Bartoniense) está constituida por areniscas arcósicas de grano grueso ricas en glauconita. Aflora en el margen nordeste de la depresión del Ebro, entre la Plana de Vic y la costa del Empordà. Estos materiales fueron explotados en época ibérica y romana en canteras concentradas en dos zonas: Clots de Sant Julià y NW de Girona. En la primera se extrajeron un mínimo de 40.000 m³ de roca, y en la segunda *ca.* 10.000 m³. Su uso como piedra de construcción se constata en los poblados ibéricos del entorno ya en el siglo IV a. C., y es generalizado entre los siglos III y II a. C. (Ullastret, Sant Sebastià, Castell de Palamós, Sant Julià de Ramis). En Empúries esta roca se utiliza muchísimo entre los siglos II a. C. y II d. C. También se ha localizado en villas romanas de su radio de influencia, y en la ciudad de *Gerunda* y villas próximas. Su dispersión hacia el norte, siguiendo la Vía Augusta, queda demostrada por los miliarios conservados entre *Gerunda* y los Pirineos, así como en los bloques de los trofeos de Pompeyo en Le Perthus; y hacia el sur, por su presencia en las termas de *Aqua Calidae* (Caldes de Malavella).

Palabras clave: canteras iberorromanas, areniscas, Clots de Sant Julià, Girona.

Resumé

Les pierres de la formation Folgueroles (Bartonien) sont des grès arkosiques, aux grains gros et riches en glauconite. Cette formation affleure sur la bordure nord-orientale de la dépression de l'Èbre, entre la Plana de Vic et la côte ampuritaine. Ce matériau a été exploité aux époques ibérique et romaine dans des carrières de deux zones : Clots de Sant Julià, et au nord-ouest de Gérone. Dans la première, ont été extraits un minimum de 40.000 m³ de roche et dans la seconde 10.000 m³. Cette pierre a été utilisée comme pierre de construction dans les habitats ibériques proches des carrières dès le IV^e siècle av. J.-C. avant de se généraliser aux III^e et II^e s. av. J.-C. (Ullastret, Sant Sebastià, Castell de Palamós, Sant Julià de Ramis). À Empúries, cette pierre est très utilisée entre les II^e s. av. J.-C. et II^e s. ap. J.-C. On en trouve aussi dans des villas romaines alentour, à *Gerunda* (Gérone) même et dans les villas proches de la cité romaine. Sa dispersion vers le nord, suivant la Via Augusta, est bien démontrée par les milliaires conservés entre *Gerunda* et les Pyrénées, comme dans certains blocs du trophée de Pompée au Pertus ; et vers le sud cette pierre est encore attestée à *Aqua Calidae* (Caldes de Malavella).

Mots clés : carrières ibero-romaines, gres, Clots de Sant Julià, Gérone.

1. Investigaciones previas y estado de conocimiento

Los Clots de Sant Julià son un conjunto de canteras antiguas situadas en la comarca del Baix Empordà (Girona), en las que se explotaron areniscas y conglomerados de la Formación Folgueroles. Estas canteras han llamado la atención no solamente de historiadores y arqueólogos, sino también de los habitantes de la zona en general (fig. 1). Su peculiar morfología en forma de hoyos profundos de planta elíptica, así como su emplazamiento en un cerro aislado, rodeado de campos de cultivo, y cubierto por un bosque espeso, han inspirado diversas leyendas e historias locales que han contribuido a forjar un halo de misterio y de fascinación por el lugar. La creencia popular generalizada sobre el origen de estos hoyos es que son indudablemente excavaciones artificiales, abiertas con el objetivo de suministrar roca a construcciones antiguas. A partir

de aquí las opiniones son ya dispares: unos sostienen que se explotaron en época ibérica, y que las murallas de la ciudad de Ullastret se construyeron con estas rocas; para otros su antigüedad se remonta como mucho a la Edad Media, y habrían suministrado material para levantar la iglesia y el castillo de La Bisbal d'Empordà, y aun otras iglesias y ermitas de esa zona.

Pese a su evidente relevancia histórica, este yacimiento permaneció prácticamente inexplorado e ignorado hasta finales del siglo xx, momento en que se publicaron las primeras descripciones de las canteras¹ y se identificaron las areniscas de los Clots entre los materiales lapídeos de yacimientos arqueológicos de la región tan relevantes como Empúries² y Ullastret.³ También se relacionaron estas canteras con los bloques de arenisca perimetrales de la villa romana de Mas de Dalt,⁴ distante poco más de 1 kilómetro de ellas.

No obstante, la importancia histórica real de los Clots de Sant Julià no quedó al descubierto hasta el

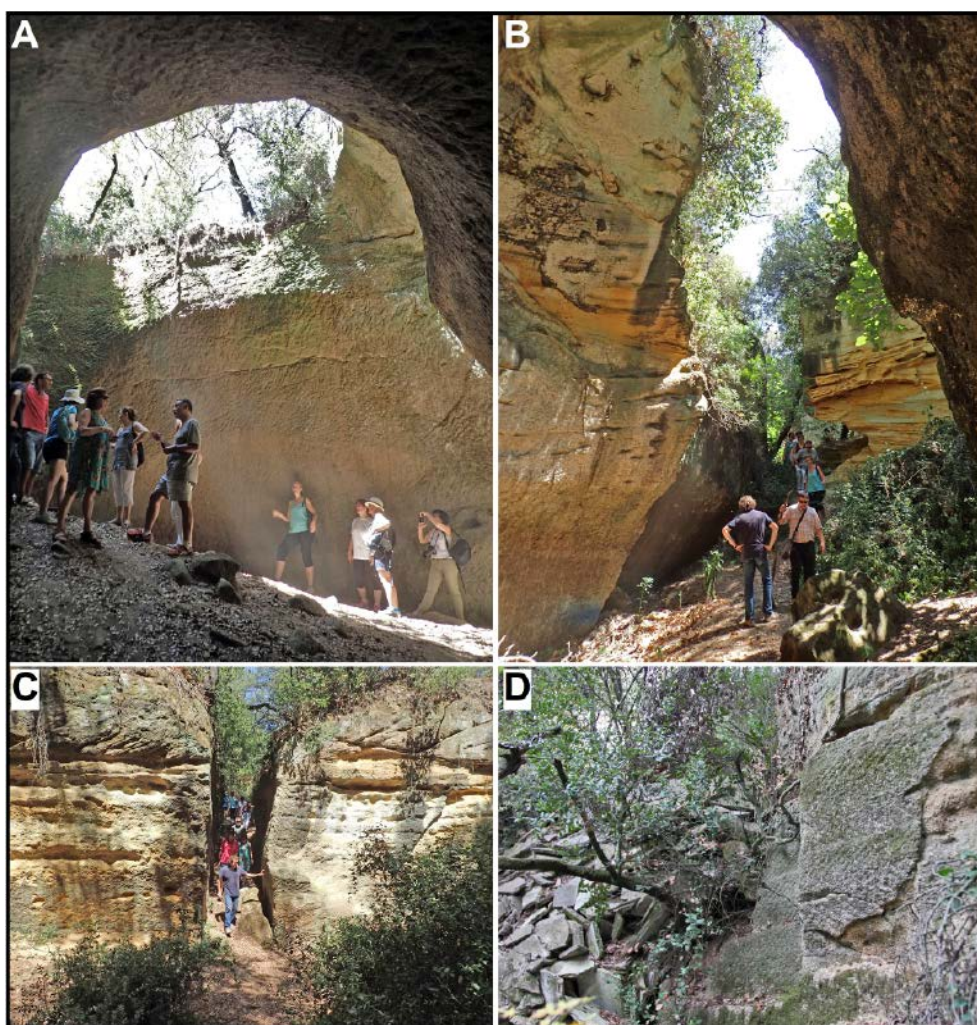


Figura 1. Els Clots de Sant Julià (Canapost, Baix Empordà). A y B, canteras en forma de hoyo, que tienden a ensancharse hacia abajo. Hoy en día están parcialmente colmatadas de derrubios. C, corredor de acceso a una de las canteras. En la parte alta del frente se observa la estratificación cruzada de las areniscas. D, frente de explotación con marcas de extracción de bloques paralelepípedicos y trazas con escoda en diagonal. La cantera está parcialmente rellena de escombros de construcción. Ver la localización exacta de las fotografiadas en fig. 3.

1. BADIA-HOMS, 1977 y 1989.
2. ÁLVAREZ, DE BRU, 1983.
3. GARCÍA, 1999.
4. NOLLA, 1987*a*.

trabajo de ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ (2002). En él se publicó por primera vez una planta del yacimiento, así como de canteras próximas, probablemente contemporáneas a los Clots, situadas en la Muntanya d'en Torró. También se demostró la perfecta correspondencia litológica entre las rocas de los Clots y determinados materiales lapídeos empleados en la ciudad ibérica de Ullastret, y se constató que fueron utilizados con gran profusión en la ciudad grecorromana de Empúries. La relevancia de estas canteras en época ibérica y romana en la zona del Empordà quedó de manifiesto por la presencia de estas rocas en otros poblados ibéricos y en numerosas villas romanas.

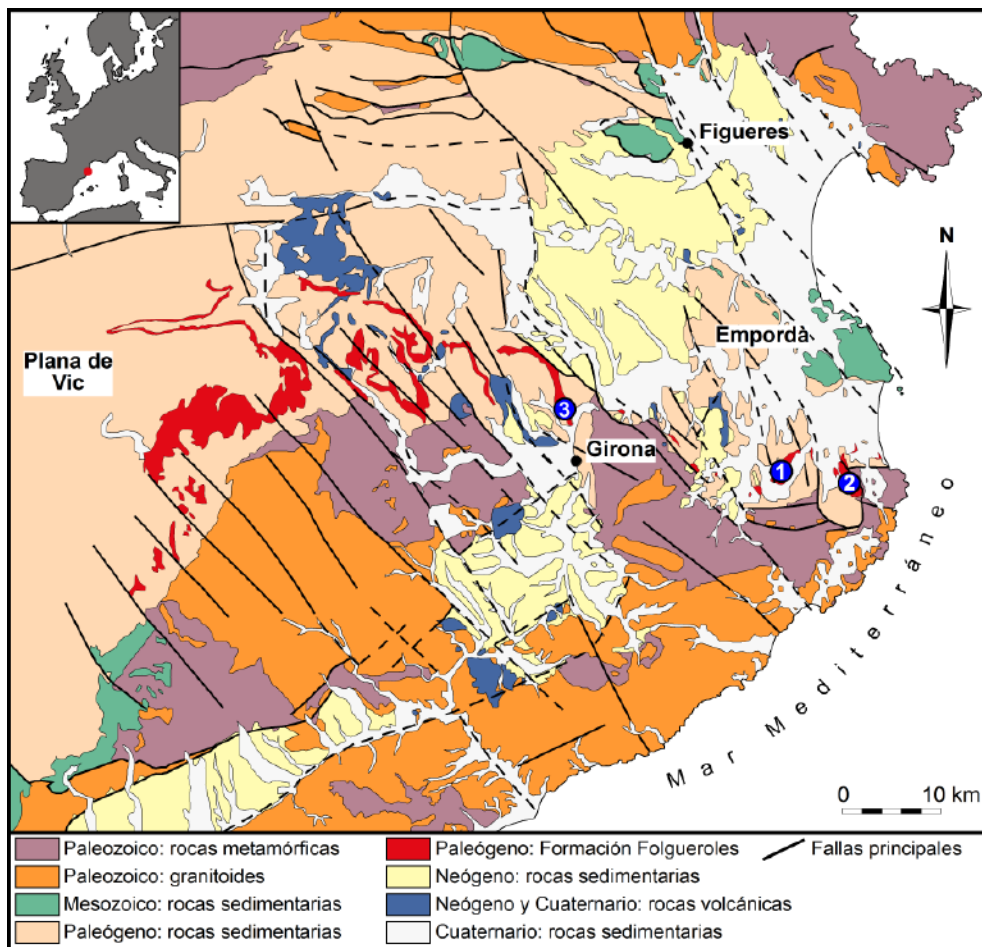
Trabajos posteriores han ratificado la importancia de estas canteras,⁵ y en 2013 la Generalitat de Cataluña declaró los Clots de Sant Julià Bien Cultural de Interés Nacional. Sin embargo, hasta la fecha no se ha llevado a cabo ninguna acción de desbroce de los frentes, que se encuentran a día de hoy cubiertos de vegetación; ni tampoco ninguna labor, no ya de prospección, sino de limpieza de los hoyos, que en varios casos están parcialmente colmatados de escombros y de derrubios. Menos afortunados, si cabe, son los fren-

tes de explotación situados en la Muntanya d'en Torró, en muchos lugares totalmente inaccesibles e inexplorables por la densa vegetación que los cubre.

2. Características petrológicas generales

La Fm. Folgueroles (Eoceno, Bartonense) es una unidad litoestratigráfica de carácter detrítico, depositada en un medio marino poco profundo. Aflora ampliamente en el margen nordeste de la depresión del Ebro, entre la Plana de Vic y la costa del Empordà (fig. 2). Su potencia varía entre 50 m y 175 m. Por debajo se sitúan areniscas de grano fino, calcarenitas y margas fosilíferas de la Fm. Bracons (Luteciense), y por encima se dispone una unidad de areniscas de grano fino, bioturbadas, con algunos niveles de margas fosilíferas, que corresponde a la Fm. Igualada (Bartonense).

A nivel general, la Fm. Folgueroles está constituida por capas de espesor métrico a decamétrico de areniscas arcósicas de color verdoso y ocre, y tamaño de grano muy grueso (de 1 a 2 mm de diámetro). La composición petrológica es bastante uniforme: cuarzo



5. GUTIÉRREZ, 2009 y 2010.

policristalino (del 45 al 55 % en volumen de roca); feldespatos (del 40 al 50 %), habitualmente muy alterados en afloramientos superficiales; y una proporción variable de lidita, esquistos y granitos (del 1 al 5 %). Siempre contienen glauconita (del 1 al 5 %, excepcionalmente hasta un 35 %); la presencia de este mineral es un carácter diagnóstico de la formación, ya que no aparece en ninguna otra unidad sedimentaria de la región. No tienen apenas matriz primaria, si bien es habitual que entre los clastos se encuentren arcillas secundarias producto de la alteración de los feldespatos, así como óxidos de hierro. Estos óxidos derivan de la alteración de pirita, según se deduce de muestras extraídas de sondeos mecánicos profundos, las cuales contienen hasta un 4 % de este mineral. Pese a que estos materiales se han definido siempre como azoicos, lo cierto es que no son raras en ellos distintas estructuras de bioturbación, e incluso ocasionalmente contienen bioclastos rodados (briozoos y *Nummulites*), siempre en una proporción muy baja (<1 %). Por lo común, tienen cemento de carbonato cálcico, si bien en poca cantidad.

La formación incluye también niveles de conglomerados de cantos subredondeados (de 2 a 5 mm de diámetro, con clastos ocasionales de hasta 25 mm), con matriz de arena arcósica muy gruesa. La composición es prácticamente la misma que la de las areniscas: cuarzo policristalino (del 45 al 50 %), feldespatos (del 35 al 45 %) y una proporción algo mayor de lidita, esquistos, granito moscovítico y pórfidos graníticos (del 2 al 15 %). Siempre contienen glauconita (del 1 al 3 %), y ocasionalmente también incluyen bioclastos rodados (*Nummulites*).

El estudio detallado de los afloramientos situados en el entorno de las canteras antiguas ha permitido constatar que dentro de la Fm. Folgueroles se pueden diferenciar tres unidades litológicas, que limitan transicionalmente, y que tienen una continuidad cartográfica del orden de algunos centenares de metros. Su distribución en la columna estratigráfica varía ostensiblemente de un sector a otro: 1) Unidad de areniscas de tamaño de grano muy grueso, que ocasionalmente incluyen microconglomerados, con aspecto homogéneo, dispuestas en capas decamétricas, masivas o con estratificación cruzada. La proporción de glauconita varía entre un 1 y un 5 %. 2) Unidad de conglomerados organizados en capas métricas, masivas o con estratificación cruzada. La proporción de glauconita varía entre un 1 y un 3 %. 3) Unidad con predominio de areniscas de tamaño de grano medio a grueso (0,25 a 0,75 mm de diámetro), finamente estratificadas en capas centimétricas a decimétricas, con intercalaciones de arenas finas y limolitas, en conjunto mucho más ricas en glauconita que las unidades anteriores (entre un 5 y un 35 %).

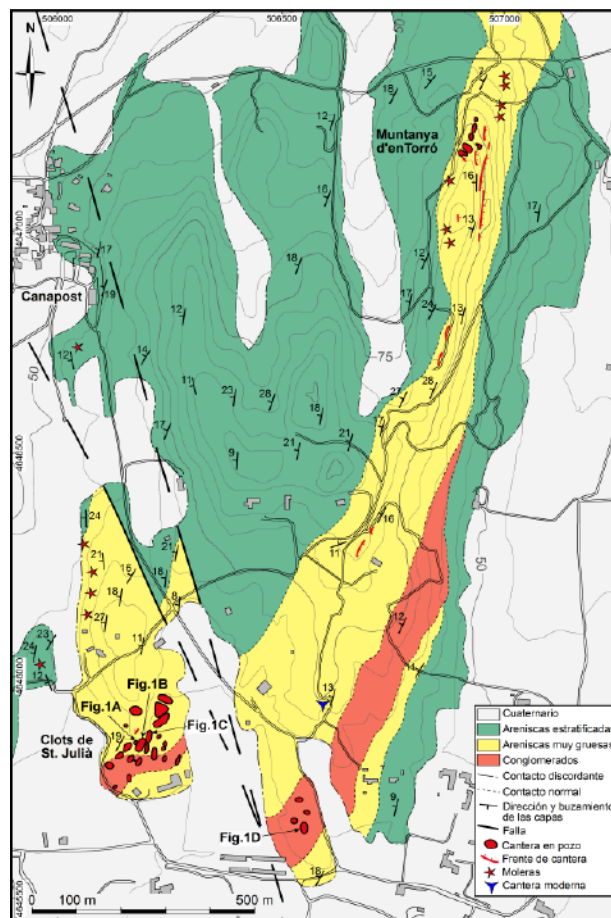


Figura 3. Esquema geológico y localización de las canteras en la zona de los Clots de Sant Julià y Muntanya d'en Torrò.

Las características de estas unidades, en particular el tamaño de bloque extraíble, que viene determinado por el grosor de las capas, parece ser un factor determinante en el emplazamiento de las canteras antiguas. Así, salvo algunas explotaciones puntuales y dispersas, todas se sitúan sobre las areniscas de grano muy grueso o bien sobre los niveles de conglomerados (figs. 3, 4 y 5).

3. Centros de explotación

El reconocimiento en campo de los afloramientos de la Fm. Folgueroles situados entre la costa y los alrededores de la ciudad de Girona ha permitido identificar seis centros de explotación en época antigua: 1) Clots de Sant Julià, 2) Muntanya d'en Torrò, 3) Peratallada, 4) Quermany Petit, 5) Tailà y 6) Sarrià de Dalt. El sector correspondiente a la Plana de Vic no ha sido prospectado, por lo que desconocemos si existen allí aprovechamientos antiguos. Cabe señalar que no hemos detectado materiales asimilables a los descritos ni en los principales poblados ibéricos ausetanos (Esquerda de Roda de Ter, Casal de Puigcastellet de

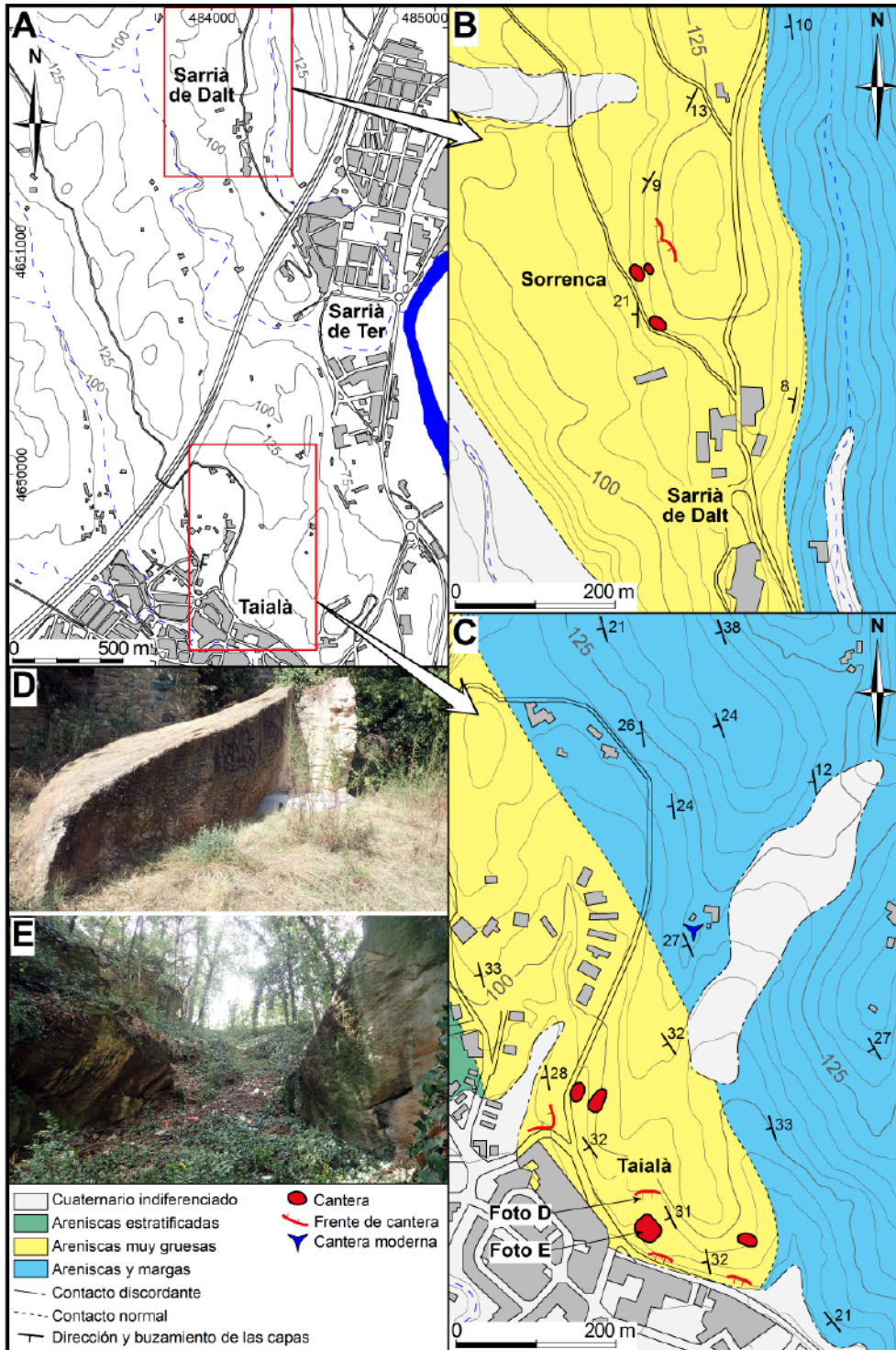


Figura 4. Canteras en la zona de Taialà - Sarrià de Dalt. A, localización de los yacimientos. B, esquema geológico y localización de las canteras de Sarrià de Dalt. C, esquema geológico y localización de las canteras de Taialà. D, frente de explotación exacta en la fig. 4c). E, rampa de acceso a una de las canteras con forma de hoyo de Taialà (ver localización exacta en la figura 4c).

Folgueroles), ni entre los restos visibles de las construcciones de la *Auso* (Vic) romana.

En la zona de los Clots de Sant Julià se han localizado veintiséis canteras (figs. 1 y 3). Tienen forma de hoyo o pozo de planta elíptica, con diámetros mayores de hasta 30 m y profundidades que llegan a superar en algunos casos los 12 m, si bien hay que tener en cuenta que en la actualidad todas ellas están

parcialmente rellenas de derrubios y escombros.⁶ Las paredes son verticales a extraplomadas, de manera que adquieren un aspecto semisubterráneo, ya que tienden a ensancharse hacia abajo. Esta peculiar morfología probablemente está relacionada con el incremento de la calidad de la roca en profundidad, consecuencia de la disminución progresiva del grado de alteración superficial de los feldespatos. En algunos casos los frentes

6. Véanse ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ, 2002, pp. 24-31, y GUTIÉRREZ, 2009, pp. 43-55, para una descripción más detallada.

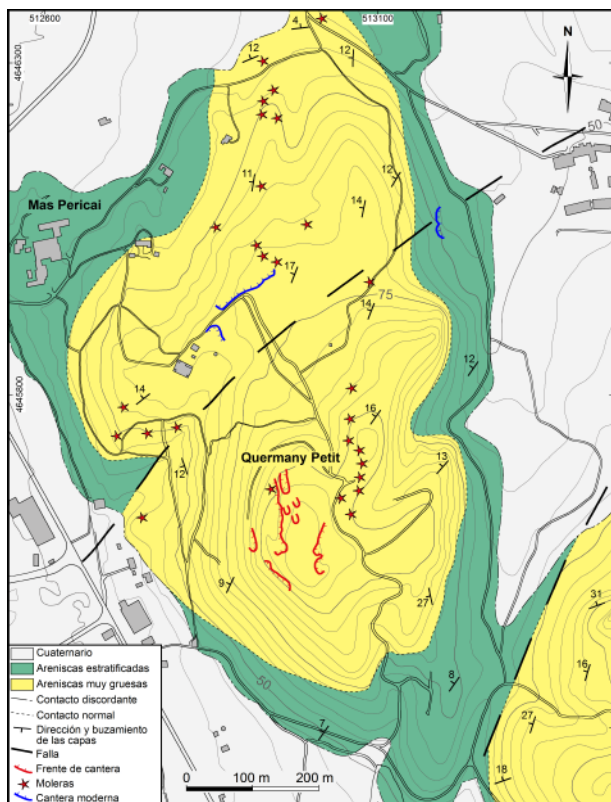


Figura 5. Esquema geológico y localización de las canteras en la zona del Quermany Petit.

de cantera son coherentes con el sistema de diaclasas que compartimenta el macizo rocoso, y parece haber guiado el progreso lateral de la explotación. Los bloques extraídos, según se desprende de los surcos y las marcas conservados, debieron de ser paralelepípedicos. No obstante, en los alrededores de los Clots también se han identificado diversas extracciones de bloques cilíndricos, que probablemente corresponden a moleras. Las marcas dejadas por las herramientas son generalizadas allí donde la disgregación de la roca ha sido menos acentuada, y se reconocen trazas de escoda en diagonal. El acceso y evacuación de material se consigue mediante rampas; además, existen varios corredores de paredes verticales que comunican hoyos contiguos. Los desechos de la explotación se distribuyen alrededor de los hoyos, formando montículos que tienden a acumularse delante de las rampas de evacuación. Un cálculo aproximado indica que en esta zona se extrajeron entre 25.000 y 35.000 m³ de roca, aunque la cifra podría ser bastante superior, dado que se desconoce la profundidad exacta de las canteras.

En la Muntanya d'en Torró se han identificado seis canteras en forma de hoyo, de características similares a las de los Clots. Tienen planta de tendencia ovalada, de hasta 30 m de diámetro mayor, y profundidades mínimas de 4,5 m. Las paredes son verticales o ligeramente extraplomadas, y conservan marcas de extracción con escoda en diagonal. Los residuos de explotación están



Figura 6. Foso oeste de la villa medieval de Peratallada (siglos x-xii d. C.). En el fondo se observan huellas de extracción de bloques paralelepípedicos y trazas con escoda en diagonal. El topónimo actual deriva de pedra tallada (piedra cortada).

acumulados preferentemente vertiente abajo. Por debajo de estas canteras se extiende un frente de explotación casi continuo a lo largo de 225 m, que aprovecha un resalte rocoso en la ladera este de la montaña. El frente tiene una altura variable, superando los 6 m en algunos sectores. La pared es vertical o ligeramente extraplomada en la base, y presenta abundantes marcas de trabajo con escoda en diagonal. Los desechos de explotación forman un montículo alargado, de hasta 5 m de altura por 12 de anchura, que se extiende a lo largo de todo el frente, vertiente abajo. Otras canteras de dimensiones más modestas, así como varias explotaciones de molas, aparecen dispersas en la montaña, enlazando con el centro de explotación de los Clots (fig. 3). En su conjunto, en esta zona se llegaron a extraer entre 15.000 y 20.000 m³ de roca.

Peratallada es una pequeña villa medieval, situada a unos 500 metros al este de la Muntanya d'en Torró. Está delimitada al norte y al oeste por un foso excavado en la roca, de unos 300 m de longitud, cuya profundidad varía entre 3,5 y 5 m, y su anchura, entre 6 y 7 m. En él se conservan huellas de extracción de bloques paralelepípedicos, así como marcas de trabajo

con escoda en diagonal, similares a los observados en los frentes de las canteras de los Clots y de la Muntanya d'en Torró (fig. 6). Un cálculo aproximado permite establecer el volumen de material extraído en torno a los 9.000 m³. El uso de estos bloques en la muralla, el castillo y otros edificios medievales de la villa es generalizado, y no es descartable que parte del material de las canteras de la Muntanya d'en Torró sirviera también para el mismo fin.

El Quermany Petit es un cerro situado a levante de la villa medieval de Pals, que ha sido objeto de una intensa explotación de sus recursos geológicos. Aparte de diversos aprovechamientos de arcillas, destacan numerosas moleras, dispersas entre la parte alta de la colina y la base de sus laderas norte y oeste, atribuidas a la Edad Media⁷ (fig. 5). Estas explotaciones fueron parcialmente destruidas por canteras modernas, cuya actividad finalizó en los años noventa del siglo pasado.

En Taialà, al oeste de la ciudad de Girona, se encuentra otro centro de extracción de areniscas de la Fm. Folgueroles, que se ha considerado la fuente de suministro de los bloques de roca empleados en la construcción de la muralla romana de *Gerunda* a finales del siglo III d. C. e inicios del siglo IV d. C.⁸ Se han identificado ocho canteras, algunas de ellas parcialmente afectadas por la urbanización de la zona (fig. 4). La cantera mejor conservada es la de la Torre de Taialà (o de Domeny), que fue objeto de una pequeña excavación en 1933-1934.⁹ Se trata de un hoyo de planta poligonal, a grandes rasgos casi subcircular, de 19 m de diámetro, cuya profundidad varía entre 3 y 8 m. Las paredes son rectilíneas, de verticales a extraplomadas, y muestran marcas de corte con escoda en diagonal. Presenta una rampa de acceso en el lado norte, y a su alrededor se sitúan los desechos de explotación. Las otras canteras son parecidas, con plantas de tendencia ovalada, dimensiones más reducidas y bastante peor conservadas. En su conjunto, se estima que el volumen de material extraído fue de unos 7.500 m³.

En Sarrià de Dalt (paraje de la Sorrenca) se sitúan cinco canteras, bastante degradadas (fig. 4). Tres de ellas corresponden a depresiones de planta ovalada, que alcanzan un diámetro mayor de 18 m, y cuya profundidad máxima no supera los 4 m. Otras dos forman un frente rectilíneo de 50 m de longitud, y hasta 4,5 m de profundidad, y quedan separadas por un sa-

liente rocoso. Las paredes están muy erosionadas, pero localmente se conservan marcas de corte con escoda en diagonal. El volumen de roca extraído se cifra en unos 1.800 m³.

4. Usos y difusión territorial de los materiales

Estudios anteriores han demostrado la gran difusión territorial de este recurso lapídeo en el área del Empordà, fundamentalmente con fines constructivos.¹⁰ Aparte de un resumen de los datos conocidos, se presentan aquí nuevas evidencias de su uso en el entorno de la ciudad de Girona y alrededores.

El empleo de areniscas y conglomerados de la Fm. Folgueroles para fabricar molinos de vaivén está bien documentado en el yacimiento de Ullastret (Puig de Sant Adreu e Illa d'en Reixac) ya en el siglo VI a. C. Estos materiales se continúan utilizando para la fabricación de molinos rotatorios a partir del siglo IV a. C. En época romana se emplean también para la fabricación de molas y aun otras piezas de prensas, como se constata en Llafranc (siglo I d. C.), y con la misma finalidad son explotados durante la Edad Media y hasta época reciente.

Su empleo como piedra de construcción en poblados ibéricos del entorno de los Clots se remonta con seguridad al siglo IV a. C. (Sant Sebastià de la Guarda) (fig. 7), y se generaliza entre los siglos III y II a. C. (Puig de Sant Andreu, Illa d'en Reixac, Castell de Palamós). Se usan específicamente para elaborar elementos que requieren de una talla elaborada: bases de columnas, capiteles, umbrales de puertas, bloques de revestimiento de cisternas, bloques moldurados e incluso ornamentados (fig. 8).¹¹

En el poblado ibérico de Sant Julià de Ramis se conservan varias bases de columna talladas en areniscas de esta formación, que datan del siglo II a. C.¹²

En la Palaiópolis emporitana (Sant Martí d'Empúries) se constata el uso de materiales de la Fm. Folgueroles en bloques decorados de cronología incierta (¿siglo IV-III a. C.?), posiblemente relacionados con un templo, los cuales actualmente están encastados en los muros de la iglesia. Tanto en la *Emporion* helenística como en la posterior *Emporiae* romana, estas rocas son empleadas profusamente entre la segunda mitad del

7. ROCAS, ROQUÉ, 2015, pp. 184-190.

8. NOLLA, CASAS, 1984, p. 49; NOLLA, 1987b.

9. CARBONELL *et alii*, 1988, p. 71.

10. ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ, 2002.

11. Véase ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ, 2002, para un listado concreto de los elementos reconocidos en estos yacimientos y para las referencias bibliográficas específicas de su datación.

12. BURCH, NOLLA, SAGRERA, 2011, pp. 67-68.

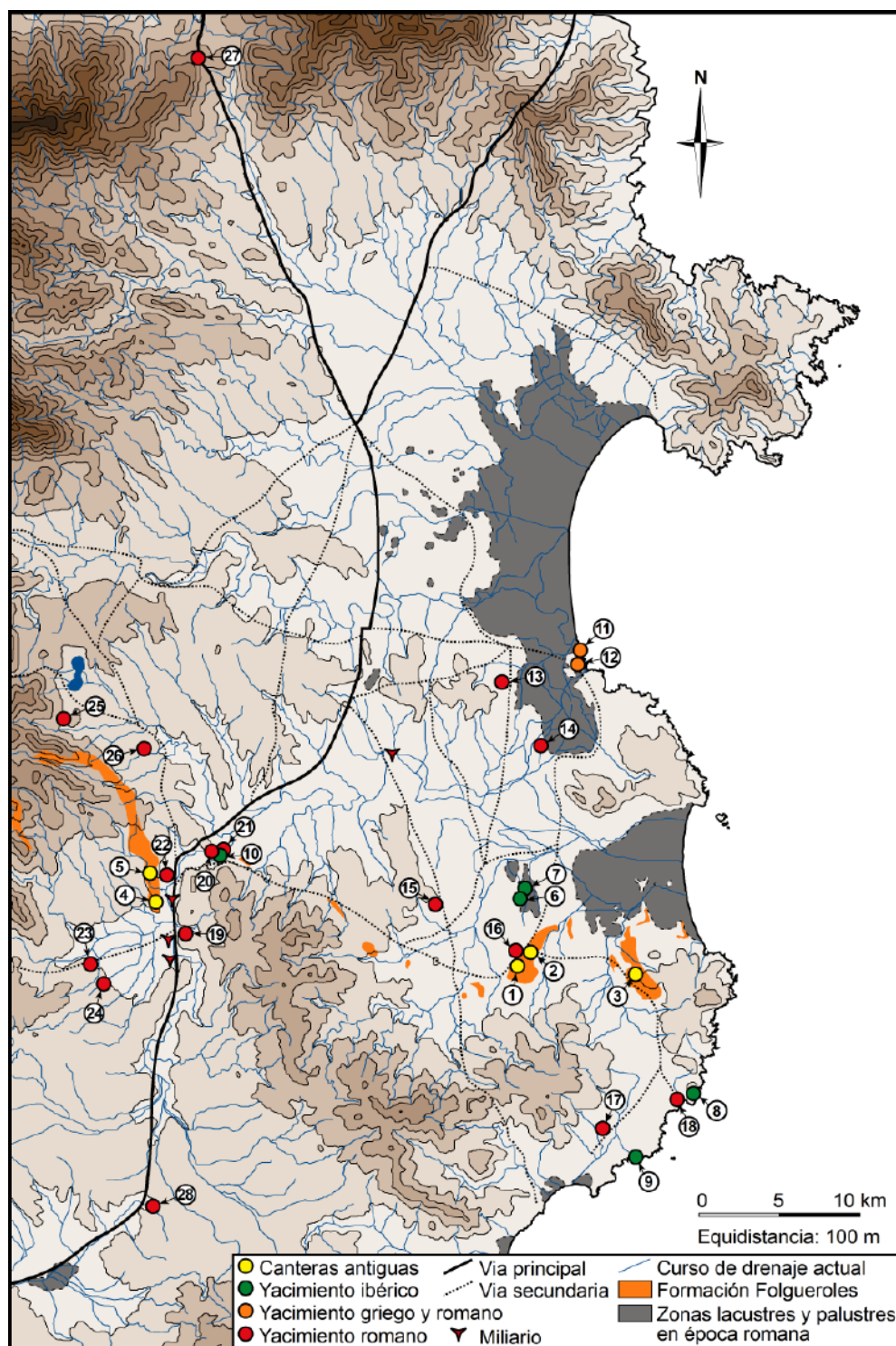


Figura 7. Localización de las canteras antiguas y de los yacimientos arqueológicos en los que hasta ahora se ha constatado la presencia de materiales lapídeos de la Fm. Folgueroles. Se marca la red de vías de comunicación en época romana, así como la localización de miliarios elaborados con areniscas de esta unidad geológica. Canteras: 1, Clots de Sant Julià. 2, Muntanya d'en Torró. 3, Quermany Petit. 4, Taialà. 5, Sarrià de Dalt. Yacimientos ibéricos: 6, Puig de Sant Andreu. 7, Illa d'en Reixac. 8, Sant Sebastià de la Guarda. 9, Castell de Palamós. 10, Sant Julià de Ramis. Yacimientos griegos y romanos: 11, Sant Martí d'Empúries. 12, Empúries. Yacimientos romanos: 13, Tolegassos. 14, Mas Gusó. 15, Puig Rodon. 16, Mas de Dalt. 17, Vilarenys. 18, Llafranc. 19, Girona. 20, Castellum Fractum. 21, Casa del Racó. 22, Pla de l'Horta. 23, Montfullà. 24, Vilablareix. 25, Vilauba. 26, Ermedàs. 27, Trofeos de Pompeyo. 28, Caldes de Malavella.

siglo II a. C. y mediados del siglo II d. C.¹³ Al igual que en los yacimientos ibéricos, su uso como material constructivo se especializa en bloques que requieren de un alto grado de elaboración, tanto en obras públicas como domésticas: bases, capiteles y fustes de columnas, umbrales de puertas, brocales de pozos, altares,

etc. Destacan, por su relevancia, el santuario de Serapis (siglo I a. C.), construido íntegramente con materiales de esta formación, así como las columnas del pórtico del *cardo maximus* (fig. 8).

También en las villas romanas del área de influencia de Empúries (Tolegassos, Puig Rodon, Mas de

13. Véase ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ, 2002, para un listado concreto de los elementos identificados y las referencias bibliográficas específicas de su datación.



Figura 8. Ejemplos de uso de rocas de la Fm. Folgueroles como material de construcción. A, bloques de revestimiento de una cisterna del poblado ibérico de Castell de Palamós (ca. s. III a. C.). Algunos de los bloques son de conglomerado. B, Santuario de Serapis (Empúries) (s. I a. C.). C, columna del pórtico del cardo maximus (Empúries) (s. I a. C. - I d. C.). D, termas de Aqua Calidae (Caldes de Malavella) (s. I d. C.). Aquí los materiales de la Formación Folgueroles aparecen mezclados con bloques de areniscas y conglomerados procedentes de las canteras romanas del Puig de les Moleres, situadas al este de la ciudad. E, bloques de la base de los trofeos de Pompeyo (Le Phertus) (71 a. C.).

Dalt, Vilarenys, Mas Gusó) se emplean estas rocas en bloques de corte elaborado: bases de columnas, umbrales de puertas, etc. La cronología se prolonga en algunos casos hasta finales del siglo II d. C. e inicios del siglo III d. C.

En la *Gerunda* (Girona) romana la utilización de las rocas de la Fm. Folgueroles sigue el mismo patrón, y su uso constructivo es habitual en bloques que requieren de un corte preciso. Entre los elementos conservados, destacan los bloques de la muralla (siglo III-IV d. C.).

El uso específico de estas areniscas como elementos lapídeos que conforman estructuras defensivas de esa cronología se constata también en las murallas del *Castellum Fractum* de Sant Julià de Ramis (siglo IV d. C.) y en la muralla tardorromana de Sant Martí d'Empúries (siglo IV-V d. C.).

En las villas romanas cercanas a *Gerunda* (Vilauba, Casa del Racó, Pla de l'Horta, Vilablareix, Montfullà) es común el uso de materiales de la Fm. Folgueroles en bloques de corte elaborado: bases de columnas, um-

brales de puertas, etc. Ocasionalmente, también aparecen en edificios dedicados a la producción alfarera (alfarería de Ermedàs).

Varios miliarios labrados en estas rocas sugieren que su distribución se efectuó siguiendo la Vía Augusta. La dispersión hacia el norte a lo largo de esta queda evidenciada por los bloques que se conservan en la base de los trofeos de Pompeyo en Le Perthus (71 a. C.) (fig. 8), que son los más septentrionales conocidos procedentes de esta formación geológica. Hacia el sur, aparecen entre los materiales de construcción de las termas de *Aqua Calidae* (Caldes de Malavella) (siglo I d. C.) (fig. 8).

Además de su uso constructivo, a veces incluso ornamental, las rocas de la Fm. Folgueroles fueron utilizadas ocasionalmente con fines escultóricos. Así, en el yacimiento de Sant Sebastià de la Guarda aparecieron dos estelas funerarias ibéricas, esculpidas con motivos en forma de lanza, cuya cronología es dudosa, ya que se hallaron fuera de contexto. En *Gerunda* se han recu-

perado diversos fragmentos escultóricos altoimperiales¹⁴ tallados en areniscas de esta formación.

5. Características litológicas específicas de los centros de explotación

Una de las características de la Fm. Folgueroles es su homogeneidad litológica, lo cual, si bien facilita la identificación de estos materiales en yacimientos arqueológicos, a su vez implica que sea muy difícil discernir no ya la cantera concreta, sino incluso el centro de explotación del que fueron extraídos. Esta problemática es mayor cuando se intenta averiguar el origen geográfico de bloques documentados en yacimientos alejados casi por igual de los centros de producción, como es el caso de Empúries.¹⁵

Para intentar resolver este problema se ha realizado un estudio petrológico de 42 muestras de roca procedentes de sondeos mecánicos, afloramientos naturales, taludes de vías de comunicación y bloques de materiales de escombrera, obtenidas en, y alrededor de, los centros de explotación antiguos (Clots de Sant Julià, 25 muestras; Muntanya d'en Torró, 8 muestras; Quermany Petit, 3 muestras; Taialà, 4 muestras; Sarrià de Dalt, 2 muestras).

De los resultados obtenidos se desprende que, en función de las características texturales y composicionales de las rocas, se pueden diferenciar tres zonas de aprovisionamiento:

- 1) Quermany Petit. En esta localidad afloran areniscas, y en menor proporción conglomerados. Las areniscas son de textura heterométrica, es decir, presentan notables variaciones de tamaño de grano a escala de bloque (de arena gruesa a grava fina). Típicamente, carecen de carbonato cálcico y presentan pequeños nódulos y filones secundarios de chert.
- 2) Clots de Sant Julià - Muntanya d'en Torró (incluyendo Peratallada). Allí afloran areniscas y conglomerados. Las areniscas son también heterométricas a escala de bloque, pero contienen carbonato de calcio y carecen de chert.
- 3) Taialà - Sarrià de Dalt. En esta zona no afloran conglomerados. Las areniscas son texturalmente homogéneas a escala de bloque. No contienen chert pero sí carbonato cálcico.

De acuerdo con estos criterios diferenciales, se puede establecer la procedencia de los materiales lapídeos localizados en algunos de los yacimientos arqueológicos, si bien los datos actuales son aún parciales. Cabe indicar que hasta la fecha no se han identificado rocas

de la zona del Quermany Petit en contextos arqueológicos de época ibérica o romana.

Las características petrológicas específicas de las rocas empleadas en los yacimientos ibéricos de Puig de Sant Andreu, Illa d'en Reixac, Sant Sebastià de la Guarda y Castell de Palamós (areniscas de textura heterométrica y conglomerados), tanto con carácter constructivo como escultórico, se corresponden perfectamente con las del área de explotación de los Clots (Clots de Sant Julià - Muntanya d'en Torró), como era previsible dada su proximidad. Las bases de columnas del poblado de Sant Julià de Ramis proceden de la misma zona. Esto sugiere que en época ibérica su dispersión hacia el oeste llegó hasta los alrededores del centro de explotación de Taialà - Sarrià de Dalt, y que probablemente este no estaba aún activo.

Las características petrológicas de los materiales lapídeos de la Fm. Folgueroles utilizados en Empúries hasta el siglo II d. C. (areniscas heterométricas y microconglomerados) indican que provienen también de canteras del área de los Clots. Lo mismo ocurre con las rocas empleadas en las villas romanas de su área de influencia.

Tanto los bloques de arenisca de la muralla romana de *Gerunda* como los empleados en obras de defensa de cronología parecida en *Castellum Fractum* y Sant Martí d'Empúries tienen características petrológicas típicas de las canteras de la zona de Taialà - Sarrià de Dalt (areniscas de textura homogénea). Esto sugiere que su explotación a gran escala fue relativamente tardía (a partir de finales del siglo III a. C.).

Los datos actuales no permiten establecer aún si su explotación se inició con anterioridad, dado que no disponemos de estudios petrológicos específicos de los materiales lapídeos de *Gerunda*, ni tampoco de los localizados en las villas romanas de su entorno. Lo mismo acontece con los bloques de los trofeos de Pompeyo y los que forman parte de las termas de *Aqua Calidae*.

Bibliografía

- ÀLVAREZ, Aureli, BRU, Eduard de (1983), «Materials locals utilitzats a Empúries en època greco-romana», *Informació Arqueològica*, 41, Barcelona, pp. 158-162.
- BADIA-HOMS, Joan (1977), *L'arquitectura medieval de l'Empordà*, 1 (Baix Empordà), Diputació de Girona, Girona.
- BADIA-HOMS, Joan (1989), *Catalunya Romànica*, VIII, s. v. «Els Clots de Sant Julià», Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona, pp. 365-366.

14. NOLLA, 1987b, pp. 56-57 y 72-73.

15. ROCAS, ROQUÉ, PALLÍ, 2002, p. 46.

- BURCH, Josep, NOLLA, Josep Maria, SAGRERA, Jordi (2011), «Les defenses de l'*oppidum* de **Kerunta*», en *Excavacions arqueològiques a la muntanya de Sant Julià de Ramis*, 4, Documenta Universitaria, Girona.
- CARBONELL, Eudald, GUILBAUD, Michel, MORA, Rafael, MURO, Ignasi, SALA, Robert, MIRALLES, Josep (1988), *El Complex del Plistocè Mitjà del Puig d'en Roca*, Consell Superior d'Investigacions Científiques, Madrid.
- GARCÍA, Maite (1999), «El material lític: estudi petrogràfic», en *Excavacions arqueològiques a l'Illa d'en Reixac (1987-1992)*, Monografies d'Ullastret, 1, pp. 217-224.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2009), *Roman quarries in the Northeast of Hispania (Modern Catalonia)*, Documenta, 10, Tarragona.
- GUTIÉRREZ GARCIA-M., Anna (2010), «Recursos lapídeos del noreste de la península ibérica en época romana: canteras y ciudades», *Bolletino di Archeologia on line*, 1, vol. speciale A / A8 / 2, pp. 13-33.
- NOLLA, Josep Maria (1987a), «La vil·la romana de Mas de Dalt (Canapost). Noves dades», *Estudis del Baix Empordà*, 6, pp. 43-101.
- NOLLA, Josep Maria (1987b), *Girona romana. De la fundació a la fi del món antic*, Quaderns d'Història de Girona, Girona.
- NOLLA, Josep Maria, CASAS, Josep (1984), *Carta arqueològica de les comarques de Girona. El poblament d'època romana al nord-est de Catalunya*, Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona, Girona.
- ROCAS, Xavier, ROQUÉ, Carles (2015), «Els jaciments arqueològics del Quermany Gros i Petit (Pals-Regencós)», *Estudis del Baix Empordà*, 34, pp. 153-201.
- ROCAS, Xavier, ROQUÉ, Carles, PALLÍ, Lluís (2002), «Els Clots de Sant Julià (Forallac, Baix Empordà): Anàlisi geoarqueològica», *Estudis del Baix Empordà*, 21, pp. 17-86.

LE CASTELLUM DE CAN BLAI (FORMENTERA, ÎLES BALÉARES)

LA PIERRE DE TAILLE ET LES CARRIÈRES DE MARÈS

Ricardo González Villaescusa
Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM

Jordi H. Fernández
Ancien directeur du Musée Archéologique d'Ibiza et Formentera

Gilles Fronteau et Patricia Vázquez
Université de Reims Champagne-Ardenne, GEGENA, EA 3795

Résumé

Les fouilles menées à terme dans le fortin tardo-antique de surveillance côtière de Can Blai (Formentera, Îles Baléares) ont permis de caractériser la pierre de taille qui a servi pour la construction de cette forteresse. Les prospections et la reconnaissance des carrières de *marès* de l'île de Formentera suggèrent que les carrières qui ont servi pour sa construction se trouvaient proches du *castellum* ; toutefois, les gisements plus proches d'un point de vue pétrographique ne sont pas suffisants pour construire le bâtiment dans sa hauteur totale.

Mots clés : Formentera, Antiquité tardive, fortin, carrières, *marès*.

Resumen

Las excavaciones realizadas en el fortín tardoantiguo de vigilancia costera de Can Blai (Formentera, Baleares) han permitido caracterizar la piedra de talla utilizada en la construcción de esta fortaleza. Las prospecciones y la caracterización de las canteras de *marès* de la isla de Formentera sugieren que las canteras que suministraron de piedra la construcción se encontraban en las inmediaciones del *castellum*, aunque los yacimientos más próximos desde un punto de vista petrográfico no son suficientes para elevar el edificio a su altura máxima.

Palabras clave: Formentera, antigüedad tardía, fortín, canteras, *marès*.

Le site de Can Blai

Le site de Can Blai (connu aussi comme Can Pins) est situé sur le « roc peu accessible de Formentera » d'après F. Braudel¹.

Ce fortin de surveillance de la côte se trouve approximativement au centre de l'île, sur l'isthme qui relie les deux reliefs, le cap de Barbaria et la Mola, à 500 m de la côte nord et à 800 m de la côte sud de l'isthme. Il occupe le point plus élevé de cette partie de l'île, 24 m au-dessus du niveau de la mer. Depuis cet endroit, il est possible de contrôler la côte nord de Formentera et la côte orientale d'Ibiza, ainsi que les côtes méridionales de Formentera, zones invisibles depuis l'île majeure.

La fouille partielle du site a été faite en deux campagnes menées en 1979 et 1980 sous la direction de J. H. Fernández. L'état général du site, dont seulement quelques vestiges construits étaient visibles, ne permettait pas de se faire une idée de sa taille ni de sa structure, même si quelques vestiges de surface suggéraient qu'il s'agissait d'un bâtiment carré. Au terme de ces deux campagnes, les travaux de terrain ont bien montré qu'il s'agit d'un *burgi*, une petite fortification dénommée par la recherche archéologique « *quadri-burgium* », un type architectural de fortin, fréquente entre la fin du II^e siècle et le VI^e siècle après J.-C.² Il s'agit d'une enceinte quadrangulaire de petites dimensions (34 x 34 m, soit un peu plus de 1 000 m² de surface intérieure) avec les angles orientés aux points cardinaux. Cette structure est munie de quatre tours d'angle ainsi que d'une cinquième tour (nord-ouest). Une petite poterne ouverte dans le mur nord-ouest est protégée par la tour nord et la tour nord-ouest.

Entre 2013 et 2016, l'Université Nice Sophia Antipolis et l'UMR 7264 du CNRS ont repris les travaux de terrain. Les nombreuses questions sans réponse autour de la chronologie, la structure et la fonction de cette fortification, et le soutien financier d'un groupe de partenaires permettant de relancer un véritable programme de recherche³, ont permis de reprendre les travaux de recherche pour achever la fouille de la totalité des couches sédimentaires qui restaient sur place depuis 1980 et d'intégrer le site dans son contexte régional et dans la Méditerranée occidentale.

Toute la construction est implantée directement sur la couche calcaire du substrat naturel, assez hori-

zontale, mais dans certains secteurs, en raison des irrégularités, il a fallu à ses constructeurs aplanir le terrain pour installer les fondations, tandis que dans d'autres zones, les fondations étaient plus profondes. Ces dernières ont une largeur variable comprise entre 97 et 100 cm environ ; elles sont formées de deux rangées de pierres taillées liées au mortier ; par endroits, une seule rangée de pierres a été nécessaire tandis que dans d'autres, il en a fallu trois pour permettre d'obtenir un niveau horizontal. Celui-ci s'avère être d'ailleurs tout-à-fait imparfait, puisque dans certains endroits, en particulier dans le cas du mur nord-ouest, la structure s'adapte à la pente de la roche naturelle. Sur ces fondations reposent les pierres taillées qui composent l'élévation des murs de la fortification.

Dans la partie centrale du mur sud-est, sur une distance de neuf mètres, il n'existe aucune trace de fondations ni de rangées de moellons. C'est précisément cette circonstance qui permet à Gordillo et à Ramón⁴ de formuler l'hypothèse que cette partie n'a jamais été terminée et que le *castellum* n'a donc jamais été opérationnel. Même si cette idée est plausible et qu'elle est renforcée par la très faible quantité de restes trouvés au cours des fouilles, d'autres facteurs doivent être pris en compte. La chronologie et la durée d'occupation sont donc des points d'interrogation qui commencent à peine à être élucidés à partir des derniers travaux, mais ce n'est pas le but de cette contribution qui est plutôt centrée sur la caractérisation de la pierre de taille utilisée dans la construction et sur les gisements de ce type de pierre qui se trouvent sur l'île afin de mettre en rapport la pierre de taille et les éventuelles carrières.

La technique de construction est très originale. Les près de 200 mètres du périmètre de la forteresse, y compris les murs des tours, sont construits avec un coffrage de pierres de taille qui laisse la place à un espace central rempli par un *opus caementicium* constitué de pierres calcaires et de mortier à la chaux. Les différents « coffres » communiquent entre eux de sorte que le mortier se répand à l'intérieur de toute la structure en conférant une forte cohérence à la construction. Au-dessus des dalles de fondation, le parement intérieur et extérieur est constitué de pierres de *marès* taillées en parallélépipède, toutes disposées de chant, en alternant boutisse et panneresse. Le mur de parement étant installé de part et d'autre, il peut alors être rempli par le blocage intérieur en *caementicium*, comme cela

1. BRAUDEL, 1966, p. 137.

2. REDDÉ, 1995, p. 100-101.

3. Le programme de recherche *Can Blai. Un fortin tardo-romain de surveillance côtière en Méditerranée occidentale*, est inscrit dans le CEPAM en collaboration avec le Musée archéologique d'Ibiza et de Formentera et comme programme associé à la Casa de Velazquez. Le financement de cette opération est assuré par une contribution privée de T. Kern et de la Fondation UNICE de l'Université Nice Sophia Antipolis, le soutien du *Consell Insular de Formentera* ainsi que la collaboration du Musée d'Art classique de Mougins (2015 et 2016) et de la Fondation Abel Matutes (2016).

4. GORDILLO COURCIÈRES, 1981, p. 122 ; RAMÓN, 1985, p. 138 ; 1986, p. 20.

a été dit. Vu de l'extérieur, le mur d'enceinte devait donner une image d'une solide forteresse construite en grand appareil avec des blocs de pierre de taille.

Pour l'élévation des murs du fortin avec cette technique de construction, il a fallu l'utilisation de deux modules de blocs en pierre de taille : d'une part, les grands blocs (0,82 x 0,45 x 0,13 m environ) et les petits blocs (0,31 x 0,45 x 0,13 m environ). Avec une estimation prudente d'une hauteur totale de six mètres, cette technique constructive limite à un besoin de 381 m³ en pierre de taille. Celle-ci correspond à du *marès*, un calcaire local dont on connaît plusieurs gisements dans l'île de Formentera, exploités jusqu'à la fin des années 50 au xx^e siècle.

La pierre taillée utilisée à Can Blai : le *marès*

Les *marès* sont des pierres de construction très utilisées aux Îles Baléares et pour lesquelles de nombreuses carrières sont référencées sur les différentes îles de l'archipel, pour des raisons patrimoniales ou touristiques : piscines naturelles, beauté des paysages, etc. L'emploi du *marès* est attesté à Ibiza en époque historique récente pour la construction des remparts du xvi^e siècle de la ville d'Ibiza, ainsi que pour la construction domestique, jusqu'au xx^e siècle⁵. Les entrepôts du Musée Archéologique d'Ibiza et Formentera gardent plusieurs témoins de l'utilisation historique de ce type de pierre, depuis la colonisation phénicienne et punique pour la taille de certains sarcophages, bétyles et brule-parfums de cette chronologie. Plus tardives sont les inscriptions funéraires d'époque islamique (x^e-xi^e siècles) originaires de différents endroits de Formentera⁶.

Les *marès* sont des roches calcaires tendres, généralement de couleur pâle, rosé, gris-beige à blanc, d'aspect assez sableux, géologiquement d'âges très jeunes puisque datant entre le Miocène et le Quaternaire récent. Correspondant à des dépôts dunaires assez peu cimentés, ils ont fréquemment un aspect sableux, mais n'en sont pas moins essentiellement calcaires et ne contiennent qu'une très faible proportion de quartz. Quand ils sont composés de débris d'organismes calcaires, dont de nombreux fragments d'algues rouges, allant jusqu'à un ou deux millimètres, ils seront désignés sous le terme de biocalcarénites, mais ils peuvent être associés à des calcaires blancs plus oolitiques ou à des faciès éoliens (éolianite). Exploités comme pierre de taille jusqu'à nos jours, plusieurs qualités et types de *marès* sont différenciés selon s'ils sont fins ou grossiers, riches en coquilles ou homogènes, compacts ou très

tendres et de mauvaise qualité : *acopinyat, brescat, brevol, brossenc, granat...*

L'étude géologique

L'objectif de l'étude géologique était de préciser la nature lithologique du *marès* utilisé comme pierre de taille à Can Blai, puis de le comparer à ceux des carrières de l'île de Formentera, connues ou redécouvertes lors de la prospection de terrain, afin d'essayer d'identifier le site de provenance des matériaux du site archéologique. Pour cela, nous avons procédé à plusieurs séries de petits échantillonnages, à la fois sur une même zone de carrière et au sein d'une même carrière.

Nous avons ensuite réalisé différentes études et analyses sur les échantillons, une fois nettoyés et remis en conditions homogènes d'humidité et de température. Des mesures de couleur ont été réalisées à l'aide d'un colorimètre Minolta CR-400 afin d'obtenir des comparaisons fiables entre ces teintes parfois relativement proches et peu aisées à décrire. Les résultats des mesures de couleurs ont été exprimées en fonction de l'espace chromatique CIE LAB⁷. Celui-ci est défini par L* la clarté (de 0, parfaitement noir, à 100, parfaitement blanc) ainsi que par les paramètres colorimétriques a* (axe a- vert et a+ rouge) et b* (axe b- bleu et b+ jaune), par des valeurs complémentaires C*_{ab} et h*_{ab} (C*_{ab} : chromaticité ou chroma -intensité de la couleur, h*_{ab} : angle de teinte) et par l'écart de couleur (ΔE^*) calculé à partir des paramètres précédents. Des mesures géochimiques ont été réalisées à l'aide d'un appareil portable de fluorescence X, mais les échantillons se sont révélés trop proches et avec trop de contaminations salines pour être réellement exploitables. À l'inverse, les analyses pétrographiques réalisées soit à l'aide d'une loupe binoculaire sur des cassures fraîches, soit avec un microscope optique polarisant sur des lames-minces, ont été plus concluantes. Pour compléter les descriptions pétrographiques, des comptages et des mesures de longueur de sections de grains ont été réalisées manuellement à l'aide d'un logiciel d'analyse d'images (*Saisam* de *Microvision Instruments*).

Description des lieux d'extraction et sites de prélèvements

Sur Formentera, les principales carrières connues de *marès* se trouvent à l'ouest de l'île, entre Punta

5. FERRER MAYANS, MARÍ TORRES, TOSTÓN CALLE, 2004, p. 113-114.

6. ROSSELLÓ BORDOY, 1985, n^{os} 2-5, p. 54-58.

7. AFNOR, 2011.

Pedrerà et Punta Gavina, ainsi que dans le secteur d'Es Pujols (fig. 1). Mais les cartes géologiques de Formentera⁸ montrent qu'il existe de nombreux autres gisements répartis sur toutes les parties basses de l'île, directement en bord de mer ou un peu dans les terres. Parmi ces gisements, nous nous sommes particulièrement intéressés à ceux qui étaient les plus proches du site archéologique. La détection des petites carrières n'a été possible qu'en suivant au plus près la ligne de rivage, car pour les secteurs de *marès*, la morphologie de la côte est très découpée et masque très facilement les sites d'extraction, parfois localisés dans des replis de relief. C'est ainsi que deux petites carrières ont été redécouvertes au nord du site archéologique dans le secteur d'Es Carnatge, alors que les précédentes prospections n'avaient permis d'y repérer qu'une seule carrière, située un peu plus en retrait dans les terres.

Carrières de Punta Pedrerà (PPD1 à PPD4, fig. 1)

Les principales carrières de Formentera se trouvent sur le trait de côte entre Punta Pedrerà et Punta Gavina (secteur de Can Marroig). Les petits sites d'exploitations y sont très nombreux et complètent une série de grandes carrières situées directement en bord de mer, qui comprennent à la fois des extractions en souterrain et à ciel ouvert. Cette zone d'exploitation est probablement polyphasée et mériterait une étude approfondie ainsi qu'une valorisation appropriée car elle est désormais située dans le secteur classé « Ibiza, biodiversité et culture », sous le n° 417 de la liste du patrimoine mondial de l'Unesco⁹.

Carrières d'Es Pujols (ES1 et ES2 Racó des Cingles, fig. 1)

La plus importante carrière fut exploitée à l'aide de méthodes de l'ère industrielle, mais ce secteur carrier contient aussi des sites plus anciens. Désormais abandonnés et cernés par l'urbanisation importante de ce secteur de Formentera, les carrières sont parfois peu accessibles (Sa Pedrerà d'Es Pujol - la Cantera de la Colina).

Ses Clotadas - carrières au sud de Can Blai (SC, fig. 1)

Sur la carte géologique, le secteur de Ses Clotadas est le gisement de *marès* le plus proche du site archéologique. Exploité comme sablière¹⁰, le *marès* se présente sous la forme de roches meubles (sables calcaires) et de calcarénites très peu cimentées, non utilisables comme pierre de taille.

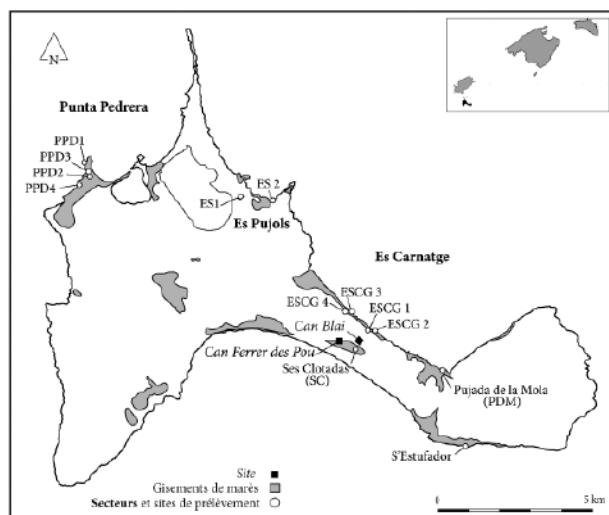


Figure 1. Carte et localisation des prélèvements (gisements de marès d'après Rangheard 1969).

Carrières dispersées d'Es Carnatge (ESCG1 et ESCG4, fig. 1)

Ce secteur comprend deux carrières de calcaire blanc situées à quelques centaines de mètres à l'intérieur des terres (ESCG1 et ESCG4) et une large bande de *marès* située immédiatement sur le rivage. C'est dans celle-ci qu'ont été localisées des petites carrières situées au plus près de la limite actuelle de la mer (ESCG2 et ESCG3).

Les différentes fouilles et prospections de 2014 à 2016 ont conduit à l'échantillonnage d'une trentaine de prélèvements géologiques dans les carrières de Ses Clotadas, Es Carnatge, Punta Pedrerà, Es Pujols, complétés d'échantillons de plusieurs autres *marès* de l'île (Pujada de la Mola - Racó de ses Pedreres ou de S'Estufador, fig. 1). Ils ont été comparés à une dizaine de prélèvements réalisés sur Can Blai ou sur le site archéologique de Can Ferrer des Pou. Ce site islamique, à 600 m vers l'ouest depuis Can Blai, pourrait être à l'origine de la récupération de la pierre de taille datant de cette époque (XII^e - XIII^e siècles), comme documenté par les fouilles réalisées dans le fortin. Parmi ces prélèvements, une vingtaine ont fait l'objet d'un litho-lame pour l'observation en microscopie optique.

Analyses pétrographiques

Les faciès de tous les échantillons correspondent à des calcarénites : de calcaires composés d'éléments entre 63 µm et 2 mm qui montrent trois variétés :

8. RANGHEARD, 1969.

9. MORALES, 1999. Autorisation de prélèvement d'échantillons par arrêté du *Govern de les Illes Balears* du 28 juillet 2015.

10. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1975, p. 23-33.

des calcaires oolitiques, des calcaires bioclastiques (biocalcarénites), et des calcaires intermédiaires oo-bioclastiques. Selon la classification de Dunham¹¹, tous les échantillons sont de type *grainstone* : un calcaire dont les grains sont jointifs, avec un liant correspondant à un ciment s'étant développé après le dépôt sédimentaire. Tandis que selon la classification de Folk¹², il s'agit soit de biopelsparite et d'oosparite ou, pour les faciès intermédiaires, d'oobiopelsparite et de biooosparite. Les préfixes *bio-* (bioclastes), *oo-* (ooïdes), *pel-* (pellets, ici majoritairement des pellets fécaux de crustacés) sont classés dans l'ordre décroissant de leur abondance. Quant au suffixe *sparite*, il correspond à la phase de liaison – qui ici est d'ailleurs parfois plutôt de type microsparite. Les faciès présentent tous une macro-porosité intergranulaire résiduelle très importante, car la cimentation (de microsparitique à sparitique) n'est que très peu développée.

Les grains présentent des tris et des aspects parfois très différents d'un prélèvement à l'autre. Dans certains faciès, les éléments arrondis montrent un bon tri granulométrique alors que dans d'autres, des éléments millimétriques (jusqu'à 1,5 mm) côtoient des éléments à peine supérieurs à 100 µm. Considérant que cet aspect de tri granulométrique pouvait servir à différencier les gisements, nous avons procédé à des mesures systématiques de 100 longueurs de grains par lame-mince.

Dans presque tous les échantillons de *marès* étudiés, la phase silicoclastique est totalement absente : ces calcaires ne contiennent aucun grain de quartz. Seuls les prélèvements très peu cimentés de Ses Clotadas semblent contenir des grains de quartz. Mais ils peuvent provenir de contaminations secondaires du faciès sableux, où indiquer que le *marès* correspond plutôt à un faciès d'éolianite en partie remaniée qu'à des faciès marins comme ceux observés dans les autres gisements. Et, parmi les échantillons cohérents, un prélèvement du Racó de ses Pedreres a montré la présence de deux sous-faciès dans la même lame-mince avec, d'un côté, un *marès* bioclastique sans oolites à nombreux foraminifères brisés et, de l'autre, un faciès un peu plus compact avec quelques quartz.

Le faciès de référence de Can Blai correspond majoritairement à un *marès* bioclastique à grands fragments d'algues rouges (fig. 2, A), peu à pas oolitique : la proportion d'oolites est de l'ordre de 1 pour 20 grains environ (5 %). Ce qui permet d'exclure les carrières de calcaires blancs d'Es Pujols ou d'Es Carnatge 1 (la carrière située dans les terres), où plus de 75 % des grains sont des ooïdes (fig. 2, B).

Dans les faciès bioclastiques, certains comprennent une proportion non négligeable d'oolites, parfois un tiers des grains, tandis que d'autres sont uniquement composés de débris de macro-organismes : coquilles, algues rouges, échinodermes et microfossiles : de nombreux genres et formes de foraminifères avec à la fois des formes benthiques (*Rotaliina*) et des planctoniques globigérinoïdes. Le tout est accompagné de pellets de crustacés, parfois entiers, parfois en fragments ou oolitisés.

En comparant les faciès de Punta Pedrera et de Can Blai, nous avons observé des différences dans les abondances respectives de foraminifères et de fragments d'algues rouges, ainsi que dans les degrés de préservation ou de fragmentation des bioclastes. Les débris sont assez peu cassés ou roulés dans le faciès de référence archéologique tandis qu'à Punta Pedrera, le *marès* est surtout composé d'éléments cassés. Le *marès* de Punta Pedrera est riche en foraminifères alors que celui utilisé sur le site de Can Blai contient nettement plus de fragments d'algues rouges que de foraminifères. Nous avons donc procédé à des comptages de ces deux types de grains sur plusieurs séries de vues au microscope afin de corroborer ces premières observations par des semi-quantifications.

Ainsi, d'après la caractérisation qualitative réalisée au microscope optique, il semble possible de différencier les carrières entre elles et de rapprocher ou d'éliminer certains sites des faciès observés dans les échantillons prélevés sur le site archéologique.

Bilan des observations sous loupe binoculaire et lames-minces dans les différents secteurs :

Ses Clotadas. *Marès* sableux essentiellement non cimenté (éolianite quaternaire ?). Éléments grossiers à très grossiers. Présence de grains de quartz assez nombreux (non observés dans les échantillons de *marès* de Can Blai), alors qu'à l'inverse, les fragments d'algues rouges sont assez rares.

Es Carnatge. Carrières en retrait dans les terres, ESCG1 et ESCG4 : le calcaire est uniquement oolitique (fig. 2, B). Il ne correspond donc pas au faciès de *marès* bioclastique recherché.

Es Carnatge. Carrières de bord de mer ESCG2 et ESCG3 : les deux faciès des deux carrières semblent proches, avec une hétérogénéité à l'intérieur d'une carrière supérieure aux différences entre les deux sites. Les échantillons contiennent tous plus d'ooïdes (oolites et éléments à cortex peu développé) que le faciès archéologique de référence ; entre 25 et 50 % des éléments. Les grains sont parfois très roulés et bien triés. Les fragments d'algues rouges sont très nombreux et

11. DUNHAM, 1962, p. 108-121.

12. FOLK, 1959, p. 1-38.

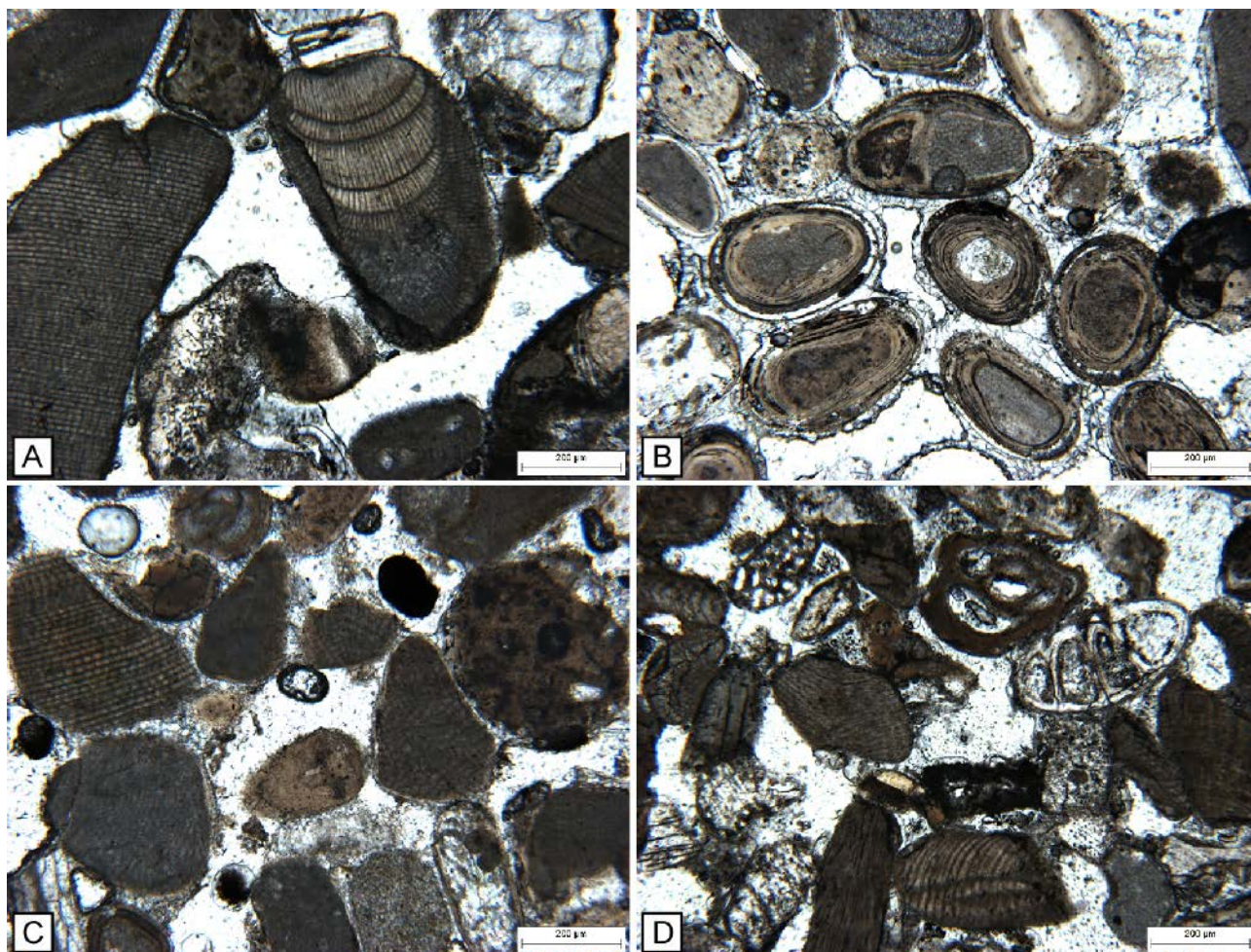


Figure 2. Photographies des microfaciès vus en lames-minces (lumière polarisée non analysée). A : Can Blai Mur S2, B : Escarnatge carrière ESCG 1, C : Escarnatge carrière ESCG 2, D : Punta Pedrera carrière PPD 1.

nettement plus abondants que les foraminifères (fig. 2, C). Certains prélèvements, dans la partie en bord de mer de la carrière ESCG2, montrent un faciès moins trié et moins oolitique qui correspond un peu mieux à celui du site archéologique.

Punta Pedrera (4 sites de prélèvements). Les faciès sont totalement bioclastiques, sans aucune oolite. Les éléments sont généralement très fragmentés et les faciès peuvent être plutôt fins ou au contraire hétérométrique avec des éléments millimétriques. Dans tous les fragments observés, les proportions entre fragments d'algues rouges et foraminifères sont égales (fig. 2, D), ou les foraminifères sont plus abondants que les algues, ce qui n'est le cas dans aucun échantillon du site archéologique.

Es Pujols (es1 et es2 Racó des Cingles). Le calcaire banc est très fortement oolitique, les oolites représentent environ 90 % des éléments. Les foraminifères sont assez nombreux. Quant aux rares algues rouges présentes, elles sont très recristallisées en micrite et leur microstructure n'est quasiment jamais visible. Ce *marès* ne correspond donc pas au faciès bioclastique recherché.

Pujada de la Mola (Racó de ses Pedreres), faciès presque totalement bioclastique, presque sans oolites (entre 5 % et 10 %). Les éléments sont très arrondis et assez bien triés, avec une assez forte proportion d'algues rouges par rapport aux foraminifères. Le faciès correspond assez bien à celui du site archéologique. À noter la présence d'un sous-faciès un peu plus compact et contenant des grains de quartz dans l'un des prélèvements.

Analyses colorimétriques

Nous avons représenté sous forme graphique (fig. 3, A et B) les projections des différentes mesures réalisées sur les échantillons (entre 5 et 15 mesures en fonction de la taille des prélèvements). Les données étant quantifiées, elles peuvent aussi permettre de calculer des moyennes, des différences standards, etc. À partir de ces données ou graphiques, il est aussi possible de caractériser qualitativement les différences observées ou de montrer des corrélations entre les différents paramètres qui composent les couleurs.

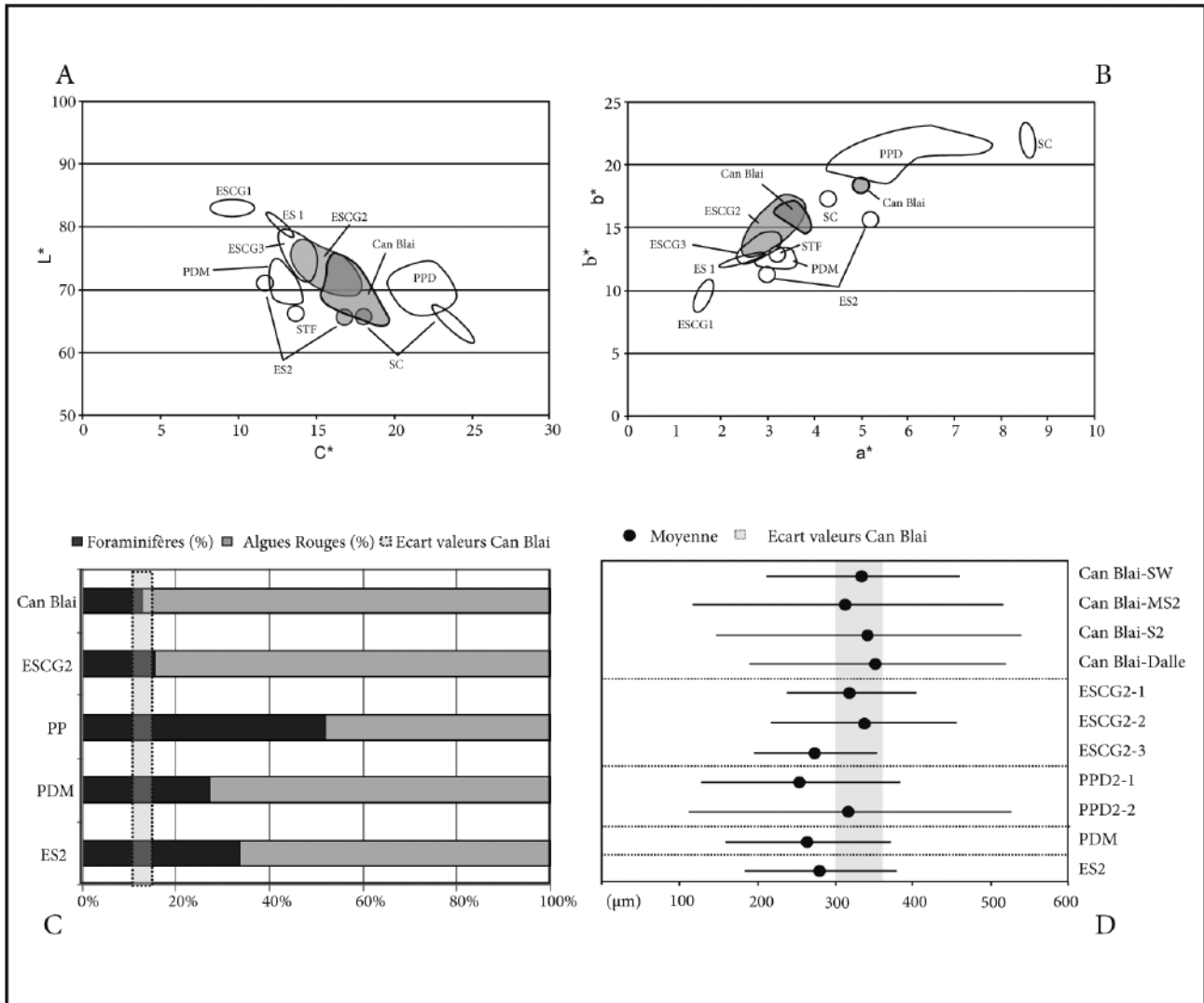


Figure 3. Résultats des analyses quantifiées réalisées sur les différents prélèvements de marès de Formentera. A et B : données de colorimétrie. C et D : quantifications réalisées en microscopie optique (comptage des bioclastes et longueurs moyennes des sections de grains).

Can Blai. Le *marès* du site archéologique est d'une couleur beige assez peu marquée, avec des clartés entre 65 et 75 et une chromaticité entre 15 et 20. Les échantillons occupent une position relativement centrale dans le diagramme entre les faciès nettement gris à blancs (ESCG1, ES1) et ceux plus colorés à teintes rougeâtres (PPD et SC).

Ses Clotadas (SC). Les prélèvements issus du gisement situé immédiatement au sud de Can Blai montrent deux types de signatures colorimétriques. En effet, ils comprennent d'une part des prélèvements de sables gris, de *marès* meuble, dont la couleur se rapproche du matériau de Can Blai (un prélèvement se situe dans la zone de référence du faciès de Can Blai, fig. 3 A), mais aussi des fragments de croûtes rougeâtres qui sont nettement différents du faciès de *marès*.

Es Carnatge. Carrière en retrait dans les terres (ESCG1) : ces calcaires oolitiques sont nettement plus blancs que les tous autres prélèvements, ce qui se ma-

térialise par des clartés fortes (L^* entre 80 et parfois supérieur à 85) et des indices chromatiques faibles (chromaticité C^* inférieure à 10). Aucun prélèvement n'a une signature colorimétrique recoupant l'aire définie par les *marès* du site archéologique.

Es Carnatge. Carrières de bord de mer (ESCG2 et ESCG3) – les *marès* de bord de mer de l'ESCG2 sont en partie légèrement plus clairs et plus gris que ceux du site archéologique mais, pour l'autre moitié, ils entrent dans l'aire définie par les *marès* de Can Blai. Ceux de l'ESCG3 sont encore un peu plus gris et plus clairs, et leurs aires chromatiques ne recoupent pas celle des *marès* de Can Blai.

Punta Pedrera - 4 sites de prélèvements (PPD). Les *marès* des différentes carrières échantillonnées entre Punta Pedrera et Punta Gavina ont tous des teintes plus colorées, plus rougeâtres ou plus jaunes que les échantillons de Can Blai. Les deux aires chromatiques ne se recoupent pas.

Es Pujols (es1) et Racó des Cingles (es2). Les calcaires oolitiques d'Es Pujols sont nettement plus blancs et moins colorés que ceux de Can Blai. Un échantillon de Racó des Cingles entre dans l'aire chromatique L*C* de Can Blai (fig. 3, A), mais sa signature a*b* est différente (fig. 3, B). Cela veut dire que même si la clarté et l'intensité de la couleur sont semblables, la tonalité est différente.

Pujada de la Mola - Racó de ses Pedreres (PDM). Ces *marès* de bord de mer sont légèrement plus gris que ceux du site archéologique.

Les données colorimétriques s'avèrent très parlantes et conformes à nos impressions visuelles concernant les différents prélèvements. L'existence d'aires colorimétriques relativement distinctes pour les différents gisements permet de retenir ce critère de caractérisation. Sur la base de ce critère, les sites localisés au nord de Can Blai montrent d'assez bonnes correspondances. Il serait d'ailleurs intéressant de voir si les différences colorimétriques entre Can Blai et ces sites ne seraient pas liées à des processus taphonomiques ou d'altérations qui aurait modifié la couleur des matériaux du site archéologique par rapport aux affleurements de bord de mer.

Comptages de grains (algues rouges versus foraminifères)

Lors des descriptions pétrographiques, nous avons constaté des différences d'une lame-mince à une autre dans la diversité des bioclastes et des microfossiles. Afin de valider cette hypothèse, nous avons réalisé quelques comptages de l'abondance relative des fragments d'algues rouges et de foraminifères (entiers ou en fragments). Pour ces comptages, seuls les faciès de *marès* bioclastiques ont été utilisés (fig. 3, C).

Les trois échantillons du site archéologique de Can Blai montrent tous moins de 20 % de foraminifères. À l'inverse, parmi les sept échantillons de prélèvements géologiques, les pourcentages sont très variables d'un site à l'autre.

Es Carnatge 2 (ESCG2). Les trois prélèvements ayant fait l'objet de comptages ont tous montré moins de 20 % de foraminifères. C'est-à-dire une proportion très proche de celle calculée pour les échantillons du site archéologique.

Punta Pedrera (PPD). Les trois prélèvements montrent plus de 40 % de foraminifères, l'un d'eux présente même plus de foraminifères que de fragments d'algues rouges.

Pujada de la Mola (PDM) et Es Pujols 2 (es2). Les prélèvements montrent entre 20 et 40 % de foraminifères. Ils sont donc un peu plus riches en algues rouges que ceux de Punta Pedrera, mais moins que ceux du site de bord de mer d'Es Carnatge et du site archéologique.

Dans une première approche, ce critère semble montrer la très grande similitude entre le *marès* du

site archéologique et celui des carrières de bord de mer d'Es Carnatge, une différence notable entre le *marès* utilisé à Can Blai et celui présent sur le site de Pujada de la Mola et une très nette différence avec le *marès* de Punta Pedrera. À la différence de la granulométrie, qui semble varier davantage pour un même site qu'entre les différents gisements de *marès*, les proportions relatives entre les différents types de bioclastes, et notamment le ratio foraminifère/algues rouges, semblent donc relativement spécifiques pour chacun des secteurs de prélèvements. Ce critère paraît donc très discriminant et nous prévoyons d'étendre ces premiers comptages à l'ensemble des lames-minces et de le rationaliser en augmentant le nombre de grains dénombrés afin de le rendre plus fiable sur le plan statistique.

Mesures granulométriques

Les mesures granulométriques réalisées sur 100 sections de grains montrent que les *marès* utilisés à Can Blai sont plutôt composées de grains moyens de 250 à 500 µm, avec des proportions moindres de grains fins et gros (fig. 3, D). Aucun élément inférieur à 63 µm (classe des lutites) ou supérieur à 2 mm (classe des rudites) n'y a été observé. Deux sous-faciès pourraient être distingués : l'un un peu mieux trié que l'autre, et dont les éléments sont plus hétérométriques et un peu plus gros.

Les échantillons prélevés dans les affleurements et les carrières montrent aussi ces deux types de faciès, notamment à Punta Pedrera. Certains prélèvements issus de Punta Pedrera ont des signatures granulométriques très proches des échantillons de Can Blai, mais d'autres en diffèrent plus nettement. Par contre, les échantillons d'Es Carnatge sont des faciès à éléments mieux triés où l'écart type est inférieur à 100 µm et où il n'existe presque aucun élément de plus de 500 µm.

Ainsi, en tenant compte uniquement de la granulométrie, il faudrait différencier les *marès* fins, bien triés, des *marès* légèrement plus gros et un peu moins bien triés et enfin des *marès* nettement hétérométriques (mal triés), qui contiennent parfois des particules plus grosses. Mais comme ces différentes granulométries semblent exister au sein d'un même secteur, voire au sein d'une même carrière, il est impossible de retenir ce critère pour différencier les provenances. Par contre, si ces granulométries sont dues à des différences de porosité ou de résistance à l'altération, elles pourraient correspondre à différentes qualités de pierre de taille au sein des gisements.

Conclusions de la caractérisation géologique

L'étude des principaux gisements de *marès* de l'île de Formentera a permis de montrer des différences de faciès ou de granulométrie entre les sites mais aussi à

l'intérieur d'un même site ou d'un même ensemble de carrières avec, par exemple, l'existence de carrières voisines ayant exploité les calcaires oolitiques et les *marès* bioclastiques ou la présence de variations granulométriques au sein d'un même affleurement. L'étude des échantillons en laboratoire permet de tester la validité de différents critères de caractérisation. Lors de cette étude, la pétrographie et la colorimétrie se sont avérées être les modes d'analyses les plus discriminants.

Les résultats montrent que les *marès* utilisés sur le site de Can Blai sont différents de ceux des carrières d'Es Pujols et de Punta Pedrera. À l'inverse, les deux petites carrières situées au nord du site archéologique montrent des faciès qui, même s'ils ne sont pas totalement identiques, donnent des résultats de caractérisation très proches. Il pourrait exister des carrières encore non échantillonnées ou recouvertes par la mer, voire érodées, dont les faciès correspondraient parfaitement à ceux du site. Mais il faut aussi envisager l'existence d'une certaine variabilité à l'intérieur d'un même gisement (de granulométrie ou de microfaciès) ou d'évolutions taphonomiques et d'altérations différentes entre les matériaux du site archéologique ou du bord de mer (couleur, géochimie), ce qui expliquerait les légères différences observées dans nos analyses.

Les carrières et le peuplement

Punta Pedrera

Dans l'étude sur le peuplement de Formentera, ce site avait été interprété avec une fonction portuaire¹³. Aujourd'hui, il est possible affirmer qu'il existe un ensemble d'occupations qui plaiderait pour une petite agglomération portuaire avec une superficie d'un hectare, occupée pendant toute la période antique

de l'île, entre le III^e siècle av. J.-C. et le VII^e siècle ap. J.-C. sans solution de continuité. Le site est entouré d'exploitations de pierre de taille qui ont fonctionné jusqu'au milieu du XX^e siècle mais il est fort probable que l'origine de cette activité d'extraction remonte à l'Antiquité.

Es Pujols

Il s'agit d'une carrière utilisée intensivement jusqu'au milieu du XX^e siècle. Le lieu d'extraction a été réutilisé comme bassin régulateur d'eau potable (fig. 1). Lors de notre visite, nous avons pu identifier des restes céramiques en position primaire, sur le sommet de la petite élévation qui surplombe le creux où se trouve le bassin d'approvisionnement d'eau. Ces restes céramiques offrent une chronologie comprise entre les V^e et III^e siècles av. J.-C. : mortier (fig. 4.1), amphore ibérique (fig. 4.2) et amphores punico-ébusitaines PE-12 (fig. 4.3) et PE-13.

Es Carnatge

Le site antique d'Es Carnatge est connu depuis les prospections réalisées entre 1989 et 1990¹⁴. Il se situe à 400 m au sud-ouest de la carrière d'Es Carnatge 2. Zone traditionnelle de mouillage jusqu'à nos jours, une densité anormalement grande d'amphores sur le côté de la mer ainsi que les restes trouvés en prospection sous-marine¹⁵ ont permis d'interpréter l'existence d'un débarcadère depuis l'Antiquité. Toutefois, une sépulture rupestre et la dispersion de mobilier domestique (vaisselle de cuisine et de table) peuvent être interprétées comme l'existence d'un habitat d'une exploitation rurale. Les recherches réalisées depuis 2013 ont permis d'identifier un grand site sur une superficie d'une quarantaine d'hectares

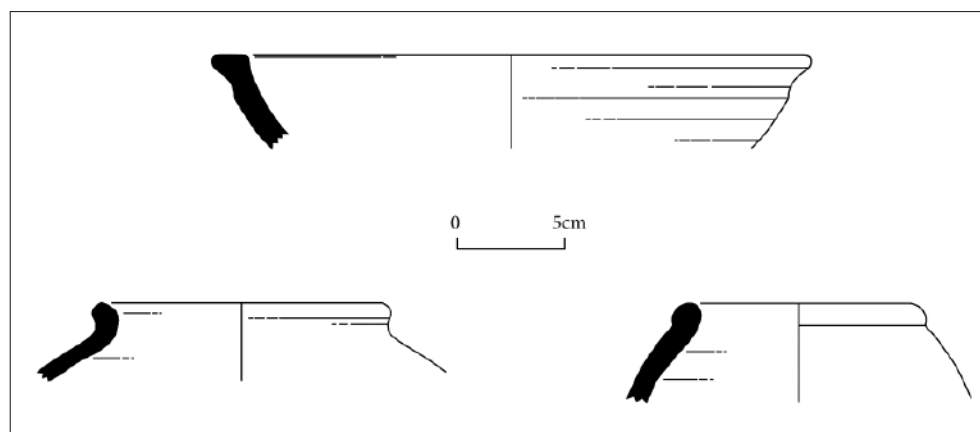


Figure 4. Mobilier de surface provenant de la carrière de Es Pujols (A. Quevedo).

13. GONZÁLEZ VILLAESCUSA, DÍES CUSÍ, 1993, p. 351.

14. GONZÁLEZ VILLAESCUSA, DÍES CUSÍ, 1993, p. 352.

15. Nous tenons à remercier la communication de J. Rodríguez Pandozi, auteur des prospections sous-marines qui confirment l'existence d'amphores antiques, ainsi que d'une épave d'époque moderne (XVII^e - XVIII^e siècles), au large de cette ligne côtière.

qui englobe celui de Can Blai. Le matériel de surface récolté sur cet espace date entre le ^v^e siècle av. J.-C. et le ^{vii}^e ap. J.-C.

La carrière d'Es Carnatge 2 se trouve au bord de la mer (fig. 1), à 550 m en direction nord-est de l'angle est de Can Blai. De sorte que le fond de la carrière (à peine 0,5 m au-dessus du niveau de la mer) est très souvent inondé par l'eau, et l'érosion marine marque les vestiges de l'ancienne exploitation. La carrière adopte la forme d'un polygone orthogonal¹⁶, en gros par addition d'un carré et d'un rectangle creusés dans le rocher avec des parois verticales dont la partie ouest atteint un dénivelé de plus de 2,2 m (fig. 5). Les fronts de taille montrent les marques laissées par les coups des escoudes, ce qui permet de supposer tout du moins une extraction traditionnelle. Le front de carrière, plus élevé dans la partie intérieure, laisse supposer qu'il s'agit d'une exploitation en paliers en bordure de falaise.

La surface du fond qui atteint la côte de 0,5 m, s'étend sur 44 m², tandis que dans la partie supérieure,

les traces de taille et les différents gradins permettent d'estimer une superficie maximale d'environ 73 m². Ces dimensions définissent une extraction minimale de 88 m³ et un maximum prévu d'exploitation d'environ 146 m³ de marès.

	Hypothèse 1	Hypothèse 2
Superficie m ²	44	73
Volume m ³	88	146
Volume utile 50 %	44	73
Volume utile 55 %	49	80

Tableau 1 : Es Carnatge 2. Dimensions et volume exploitable de pierre

De son côté, Es Carnatge 3 se trouve aussi en bord de mer, à 610 m au nord de l'angle nord du fortin de Can Blai (fig. 1). Il s'agit d'une carrière moins profonde et un peu plus élevée par rapport

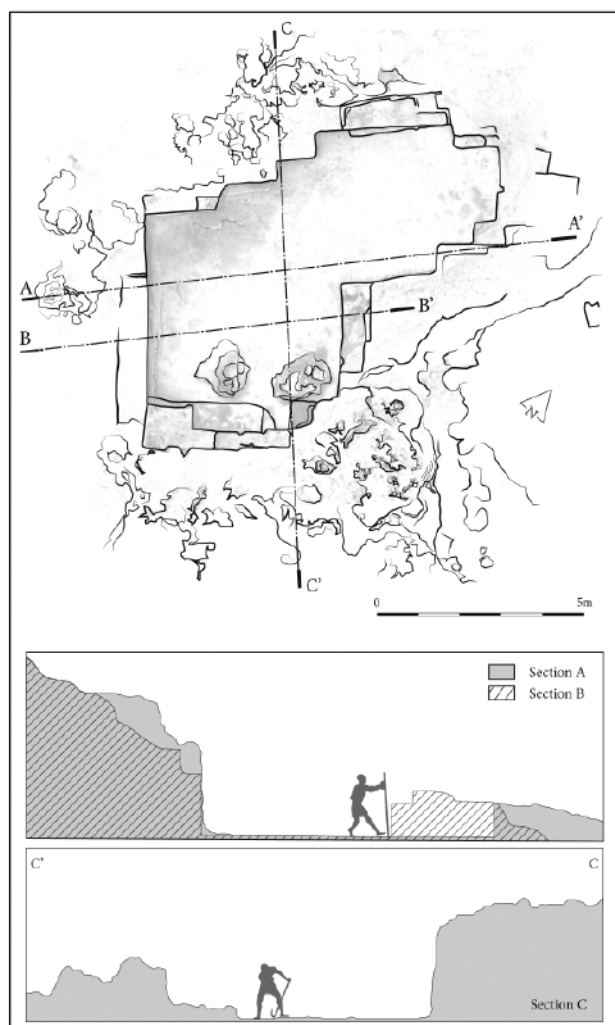


Figure 5. Es Carnatge 2. Plan et sections.

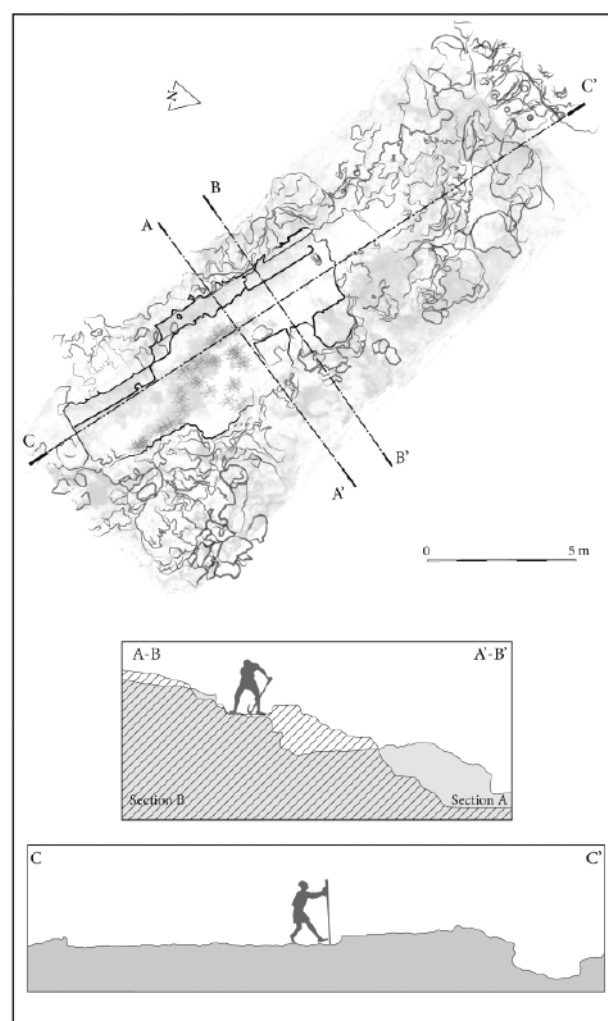


Figure 6. Es Carnatge 3. Plan et sections.

16. Un polygone orthogonal est celui avec tous ses côtés parallèles à l'axe x ou à l'axe y.

à la mer que la précédente car le sol de carrière est à + 2,5 m au-dessus du niveau de la mer actuel. On peut distinguer deux paliers incisés sur la pente du relief préalable au début de l'exploitation. Le premier à une cote de 3,7 m et le deuxième à 3 m, tous deux d'une largeur d'environ 1,5 m. La forme de l'excavation montre une nette tendance rectangulaire avec les côtés plus longs parallèles à la ligne de la côte (fig. 6). Au milieu de ce rectangle, on peut distinguer le fond de carrière et deux fronts d'extraction, un de chaque côté, ainsi que quelques trous d'engins percés dans la pierre.

Pour cette carrière, nous avons fait des calculs en fonction de trois hypothèses. Une première hypothèse en tenant compte de l'extraction minimale observée à partir des fronts d'extraction sur 47 m² ; une deuxième hypothèse sur la base de l'extension maximale de 78 m² ; enfin, une dernière hypothèse sur la base de cette même superficie mais avec une profondeur comparable à celle d'Es Carnatge 2, qui atteint le niveau de la mer. Les différents paramètres nous donnent des volumes d'extraction compris entre un peu moins de 40 m³ et un peu plus de 200 m³, c'est-à-dire, des volumes utiles entre 19 m³ et 120 m³.

	Hypothèse 1	Hypothèse 2	Hypothèse 3
Superficie m ²	47	78	78
Volume m ³	37	62	218
Volume utile 50 % m ³	19	31	109
Volume utile 55 % m ³	21	34	120

Tableau 2 : Es Carnatge 3. Dimensions et volume exploitable de pierre

Conclusion

La pierre de taille utilisée pour la construction de Can Blai est originaire de l'île de Formentera. Ce qui est assez logique si l'on tient compte de la présence locale d'une ressource à la fois disponible et adaptée pour la technique constructive utilisée. Ainsi, malgré la variable extérieure et militaire de la décision de construction du fortin, on peut se demander si l'originalité de la technique de construction n'est pas due à un savoir-faire local. Cependant, cette manière de construire n'a jamais été documentée dans les Îles Baléares ni nulle part ailleurs.

L'étude géologique met en évidence l'utilisation probable des gisements de *marès* les plus proches du chantier de construction. La pétrographie (ratio foraminifères/algues rouges) et la colorimétrie plaident pour une identification des carrières d'Es Carnatge 2 et 3 comme source possible d'extraction.

Les deux carrières paraissent toutefois insuffisantes si l'on tient compte du volume total de pierres utiles nécessaire pour construire la forteresse de Can Blai, soit, rappelons-le, 381 m³ de pierre. Le volume maximal, résultat de l'addition des deux lieux d'extraction (200 m³), est inférieur au volume total nécessaire. Ce constat oblige à considérer l'existence d'autres carrières probables, comme il en existe dans le secteur proche de Pujada de la Mola (Racó de ses Pedreres). Cependant, l'érosion littorale ainsi que l'intensité, jusqu'à

une époque très récente, de l'exploitation de ce secteur, peuvent avoir détruit les vestiges de ces carrières antiques.

Bibliographie

- AFNOR (2011), *Colorimétrie - Partie 4 : Espace chromatique L*a*b* CIE 1976, Norme européenne - Norme française, NF EN ISO 11664-4, Juillet 2011*, Saint-Denis.
- BRAUDEL, Fernand (1966), *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, vol. 1, 2^e édition, Paris.
- DUNHAM, Robert J. (1962), « Classification of carbonate rocks according to depositional texture », dans William E. HAM, *Classification of carbonate rocks, American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1, pp. 108-121.
- FERRER MAYANS, Vicent, MARÍ TORRES, Toni, TOSTÓN CALLE, Alberto (2004), « Marès », dans *Enciclopèdia d'Eivissa i Formentera*, vol. 8, Ibiza, pp. 113-114. [Consulté le 30 novembre 2016 : <<http://www.eeif.es/veus/marès/>>]
- FOLK, Robert L. (1959), « Practical petrographical classification of limestones », *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 43, 1, pp. 1-38.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, Ricardo, DÍES CUSÍ, Enrique (1993), « Evolución de la ocupación del suelo de

- Formentera : épocas púnica y romana », *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses*, 15, 1991-1992 [1993], pp. 335-373.
- GORDILLO COURCIÈRES, José Luis (1981), *Formentera: historia de una isla*, Valencia.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975), *Mapa de Rocas Industriales. E. 1: 200 000. Ibiza. Hoja y Memoria. 65, 9/8*, Madrid.
- MAS GORNALS, Guillem (2011), « El marès a Mallorca. Concepte, caracterització i tipologia », *Estudis Baleàrics*, 100-101, pp. 179-200.
- MATEOS, Rosa M., DURÁN, Juan J., ROBLEDO, P. A. (2011), « Marès Quarries on the Majorcan Coast (Spain) as Geological Heritage Sites », *Geoheritage*, 3, pp. 41-54.
- MORALES, Javier (dir.) (1999), *Demande d'inscription sur la liste du patrimoine de l'humanité des biens culturels et naturels de l'Île d'Ibiza. Tome 1 : Introduction générale et biens culturels (première partie)*. [Consulté le 2 novembre 2016 : <http://whc.unesco.org/fr/list/417/documents/>]
- RAMON TORRES, Joan (1985), *Els monuments antics de les illes Pitiüses*, Ibiza.
- RAMON TORRES, Joan (1986), *El Baix Imperi i l'època bizantina a les illes Pitiüses*, Ibiza.
- RANGHEARD, Yves (1969a), *Mapa Geológico y Minero de España, Nuestra Señora del Pilar - Faro de Formentera 825 - 850, 1: 50 000*, Madrid.
- RANGHEARD, Yves (1969b), *Mapa Geológico y Minero de España, San Francisco Javier y Cabo de Berbería, 824-849, 1: 50 000*, Madrid.
- REDDÉ, Michel (1995), « Dioclétien et les fortifications militaires de l'antiquité tardive », *Antiquité tardive*, 3, pp. 91-124.
- ROSSELLÓ BORDOY, Guillermo (1985), *Notas para un estudio de la Ibiza musulmana*, Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza, 14, Ibiza.
- SÁNCHEZ-CUENCA, Ramón (2011), « El manuscrito inédito de Agustí Frau sobre las canteras mallorquinas conservado en el archivo de la Societat Arqueològica Lul·liana », *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana. Revista d'Estudis Històrics*, 67, pp. 269-277.

LAS CANTERAS DE CALIZAS Y CONGLOMERADO DE ESPEJÓN (SORIA)

EVIDENCIAS ARQUEOLÓGICAS Y LA DOCUMENTACIÓN ESCRITA*

Virginia García-Entero

Dpto. Prehistoria y Arqueología (UNED)

Anna Gutiérrez García-M.**

IRAMAT-CRP2A (UMR 5060 CNRS - Université de Bordeaux-Montaigne)

Eva Zarco Martínez

Grupo de Investigación Paisajes, arquitecturas y cultura material en la Iberia antigua (G193/454, UNED)

Resumen

Aunque tradicionalmente conocidas como canteras de Espejón, se trata de una amplia área de extracción que abarca varios TM en las actuales provincias de Soria y Burgos donde afloran diversas variedades de calizas cretácicas y conglomerado muy apreciadas. Desde 2014 venimos estudiando los datos arqueológicos de su explotación durante la Antigüedad, en especial las evidencias directas quizás relacionables con la extracción probada desde época augustea y bien atestiguada por el uso del material en lugares de destino (*Segobriga, Clunia, Uxama, Complutum, Legio, Asturica Augusta*, Carranque, etc.). No obstante, la masiva explotación de este variado material lapídeo en época moderna, en el marco de los programas ornamentales de los Austrias primero y, principalmente, los Borbones más adelante, permiten plantear algunas cuestiones de carácter metodológico sobre el estudio de canteras que tuvieron un uso tan intenso y prolongado a lo largo de los siglos. Así, a partir de la revisión de las evidencias arqueológicas y de la abundante documentación textual existente sobre ellas desde el siglo XVI en adelante, planteamos una reflexión sobre el posible uso de las canteras desde época romana y de las posibles vías de salida del material.

Palabras clave: Espejón, canteras, Antigüedad, época moderna, documentación escrita, vías de transporte.

Resumé

Les « carrières de Espejón », traditionnellement connues sous ce nom, occupent en fait un espace sur plusieurs communes (terminus municipales) à cheval sur les actuelles provinces de Soria et de Burgos où affleurent plusieurs variétés de calcaires crétacés et de conglomerat très appréciés. Depuis 2014 nous étudions les modalités d'exploitation durant l'Antiquité ; l'extraction est attestée depuis l'époque augustéenne, époque où son usage est constaté dans plusieurs cités (*Segobriga, Clunia, Uxama, Complutum, Legio, Asturica Augusta, Carranque...*). L'exploitation massive de ce matériau à l'époque moderne pour de vastes programmes architecturaux et ornementaux, surtout sous les Bourbons, a suscité des questions d'ordre méthodologique sur l'étude des carrières exploitées intensément et sur une longue période. La révision des données archéologiques et la lecture des sources existantes depuis le XVI^e siècle ont permis d'approfondir la réflexion sur le fonctionnement des carrières depuis l'époque romaine et sur la circulation des matériaux.

Mots clés : Espejón, carrières, Antiquité, époque moderne, sources écrites, routes de transport.

* Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación I+D+i «Marmora Hispaniae: Explotación, uso y difusión de la caliza de Espejón en época romana y tardoantigua» (HAR2013-4497P), dirigido por V. García-Entero y financiado por MINECO, y en el marco de las actividades del Grupo de Investigación UNED (G193/454) «Paisajes, arquitecturas y cultura material en la Iberia antigua». El trabajo ha sido realizado en colaboración con el proyecto de investigación «*Lapides et marmora Hispaniae: exploitation, usages et distribution des ressources lithiques de Espagne romaine*», del LabEx Sciences Archéologiques de Bordeaux (programa financiado por la ANR - n.º ANR-10-LABX-52), dirigido por A. Gutiérrez García-M.

** Desde septiembre de 2017 vinculada al Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC) y el Depto. de Ciencias de la Antigüedad y la Edad Media de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

1. Evidencias indirectas de la explotación de las calizas y el conglomerado de Espejón en la *Hispania* romana

1.1. Recorrido por su uso y distribución

Si bien tradicionalmente conocidas como canteras de Espejón, con este término nos referimos a una amplia área de extracción que abarca varios términos municipales en las actuales provincias de Soria (Espejón, Espeja de San Marcelino y Cantalucía) y Burgos (Huerta del Rey), donde afloran diversas variedades de calizas cretácicas muy apreciadas por sus características litológicas y su belleza estética, derivada, en gran parte, de su amplia gama cromática: blanco, gris, amarillo, rojizo, morado, y las variedades bandeadas y brechadas de varios colores, esta última conocida como conglomerado o jaspe de Espejón.¹ Hasta hace poco tiempo se venía considerando que estas variedades de calizas y conglomerado apenas habían sido puntualmente explotadas y utilizadas en época romana,² y que masivamente habían sido objeto de explotación en época moderna, en el marco de programas decorativos de los Austrias y, a partir del siglo XVIII, de los Borbones, quienes hicieron de estas calizas y conglomerado uno de sus más apreciados recursos lapídeos.³

El auge de la investigación arqueológica sobre explotación, comercialización y usos de los materiales lapídeos en época romana, al que hemos asistido en las últimas décadas y que ha tenido especial repercusión en la península ibérica en los últimos años,⁴ nos permite

calibrar la importancia del empleo masivo de *marmora* en la *Hispania* romana, en el marco de proyectos decorativos que afectaron a todas las ciudades desde época augustea a época tardorromana y que tuvieron también cabida en la esfera privada de *domus* y *villae*. En este contexto, a pesar de lo relativamente reciente de nuestras investigaciones sobre las calizas y el conglomerado de Espejón, los resultados permiten empezar a revertir la imagen sobre la limitada explotación y usos de estos materiales en la *Hispania* romana que se había venido defendiendo, y componer ahora una visión más próxima a la realidad histórico-arqueológica.

Así, las excavaciones llevadas a cabo en los últimos años en diversos yacimientos y la revisión de materiales lapídeos exhumados en intervenciones antiguas han supuesto un importante revulsivo en relación con el conocimiento del empleo de las calizas de Espejón en *Hispania* que permite afirmar que este material lapídeo fue una de las principales rocas ornamentales del interior peninsular explotada en época romana⁵ (fig. 1). Su localización en la pavimentación de la fase tardoaugusta del foro de *Segobriga* (Saelices, Cuenca)⁶ permite no solo conocer que el inicio de la explotación de esta caliza se produjo, al menos, desde época de Augusto, sino también descartar que ya desde ese momento inicial de la explotación fuera un *marmor* vinculado exclusivamente con el programa ornamental de la cercana *Clunia*, como se venía defendiendo. Esta realidad se ve confirmada por la presencia del *marmor* de Espejón en la fachada monumental incorporada a la curia y en la basílica del foro de *Complutum* (Alcalá de Henares,

1. Para la formación geológica de estas calizas, véase ÁLVAREZ *et alii*, 2009a, pp. 54-59 y 126; VERA, 2004; sobre la caracterización arqueométrica, GARCÍA-ENTERO *et alii*, 2017a y 2017c.

2. Por su presencia en varios edificios de la ciudad de *Clunia* (Peñalba de Castro, Burgos) (DE PALOL, 1994; GUTIÉRREZ, 2003 y 2004), se consideró exclusivamente vinculado con el programa monumental de esta ciudad, distante apenas una decena de kilómetros del área de extracción, o como un *marmor* local de poco recorrido más allá de la capital del *conventus Cluniensis* (CISNEROS, 1988 y 1997; PÉREZ, 1996). Asimismo, el color amarillo de algunas de sus variedades lo llevó a ser considerado como un material de sustitución de *marmora* importados, como el *giallo antico* (CISNEROS, 1997 y 2012).

3. Véanse FRÍAS, 2005 y los trabajos, de obligada consulta, de M.^a L. TÁRRAGA (1992, 1999, 2002a, 2002b, 2003 y 2009).

4. Al margen de iniciales trabajos como los de A. CANTO (1977-1978) o W. GRÜNHAGEN (1978), cabe destacar, entre otros, pioneros estudios como los llevados a cabo por A. ÁLVAREZ y M. MAYER (1981), S. RAMALLO y R. ARANA (1987), M. CISNEROS (1988 y 1989-1990) o M.^a L. LOZA y J. BELTRÁN (1990; y LOZA, 1984), que permitieron incorporar la realidad de los recursos lapídeos hispanorromanos a un panorama internacional consolidado, tras más de un siglo de estudios específicos sobre *marmora* de la cuenca mediterránea. Los estudios en esta línea se han incrementado significativamente en nuestro país en las tres últimas décadas, dando lugar a una ingente producción bibliográfica que es imposible detallar ahora (a modo de ejemplo, véanse BELTRÁN, LOZA, 2003; LOZA, BELTRÁN, 2012; BELTRÁN *et alii*, 2012, para los materiales béticos; LAPUENTE, 1995; FUSCO, MAÑAS, 2006; MAÑAS, 2012; NOGALES, GONÇALVES, LAPUENTE, 2008; LAMBERTO, SÁ CAETANO, 2008; COELHO, 2008, para los lusitanos; ANTOLINOS, 2001, ANTOLINOS, ARANA, SOLER, 2002; SOLER, 2005; SOLER *et alii*, 2012; ARANA *et alii*, 2012, para los del SE peninsular; CEBRIÁN, 2008 y 2012, para los del Levante; GUTIÉRREZ GARCÍA-M., 2009; ÁLVAREZ *et alii*, 2009b, para los del NE peninsular; CISNEROS, 2012; LAPUENTE, ROYO, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., 2011, para los del valle del Ebro; RODÀ, 2005; ROYO, 2016, para los de la zona pirenaica, y URBINA *et alii*, 1997; DE MESA, 2013; SALÁN, 2012; GARCÍA-ENTERO *et alii*, 2017b y 2017c para el interior peninsular. El creciente volumen de datos sobre los recursos lapídeos hispanorromanos ha permitido gestar trabajos de síntesis (RODÀ, 1999 y 2012; SOLER, 2008; ÁLVAREZ *et alii*, 2009b), y reuniones científicas cuyas publicaciones son un verdadero referente (NOGALES, BELTRÁN, 2008; GARCÍA-ENTERO, 2012; GUTIÉRREZ GARCÍA-M., LAPUENTE, RODÀ, 2012).

5. Al primer trabajo valorativo de M. SALÁN (2012) hay que sumarle los más recientes realizados en el marco del proyecto de investigación al que se ha aludido en la nota preliminar y listados en la bibliografía.

6. CEBRIÁN, 2004 y 2012. En esta ciudad, el 27 % del *marmor* recuperado de la excavación del foro es caliza de Espejón, que también está presente en la pavimentación del aula basilical, así como en placas de revestimiento parietal del teatro y el anfiteatro (CEBRIÁN, 2012, pp. 382-383).

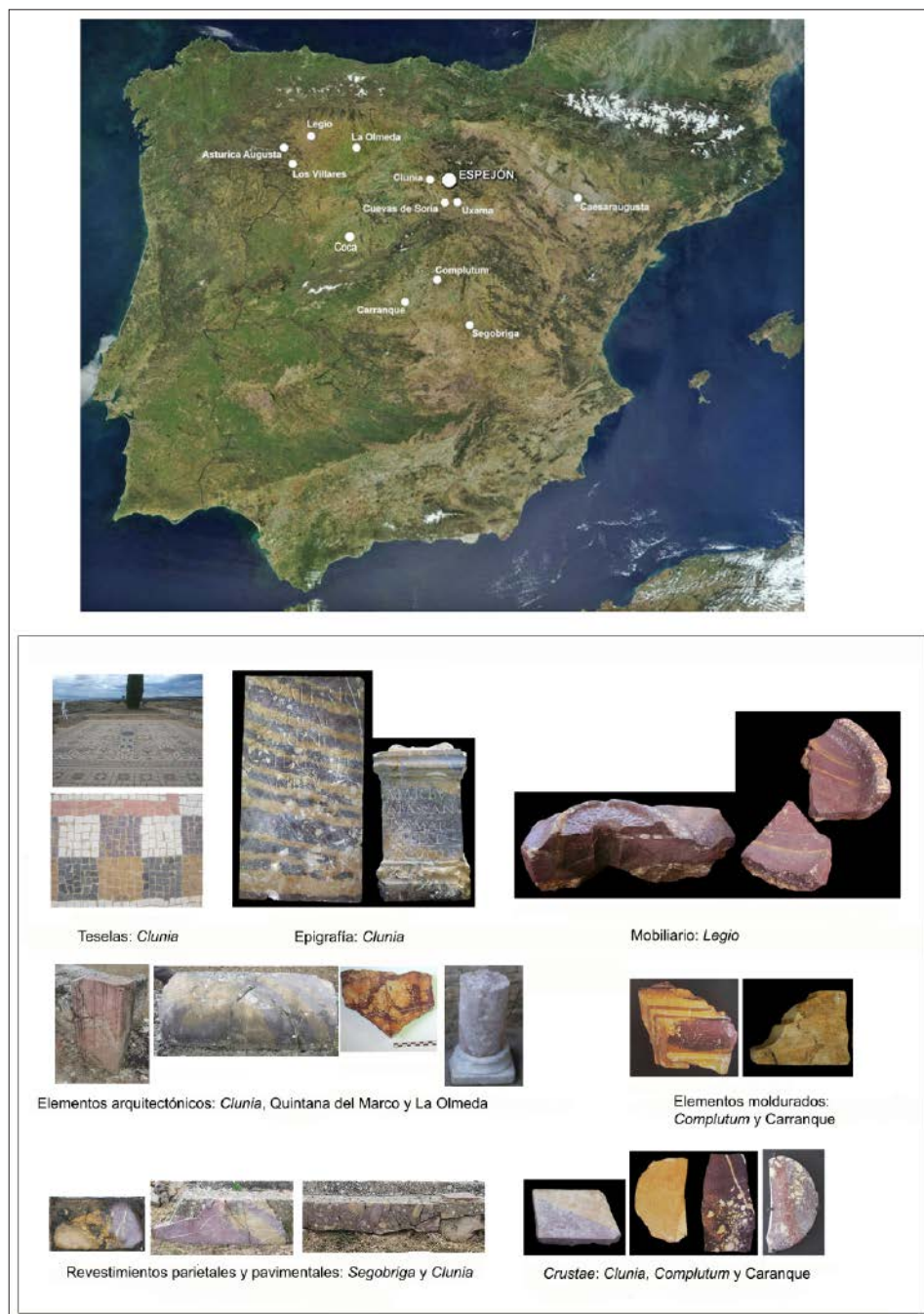


Figura 1. Mapa de dispersión y uso de las calizas de Espejón.

Madrid),⁷ y en diferentes edificios de *Asturica Augusta* (Astorga, León).⁸ También en ámbito urbano, se ha identificado muy recientemente su presencia en *Legio* (León), en un *labrum* quizás vinculado con una de las termas públicas de la ciudad⁹ —que constituye la pieza de mayores dimensiones hasta el momento identificada para época romana— y, ya en el siglo v d. C., en una

repavimentación puntual del teatro de *Caesaraugusta* (Zaragoza).¹⁰ Estas calizas y conglomerado formaron también parte de programas decorativos de ámbito privado, tanto urbano (*Asturica Augusta*, *Clunia* y *Uxama Argaela* (Burgo de Osma, Soria)¹¹) como rural, como demuestra el abundante uso de *marmor* de Espejón en el edificio palacial tardorromano de Carranque

7. DURÁN, 1998; RASCÓN, SÁNCHEZ, 2009.

8. CISNEROS, GISBERT, SOMOVILLA, 2011.

9. MORILLO, SALIDO, 2010.

10. CISNEROS, 2012.

11. Aunque no se ha abordado hasta el momento el estudio de los materiales lapídeos de esta ciudad, podemos confirmar la presencia de *crustae* elaboradas en Espejón, localizadas en la superficie de la zona de las casas de Los Plintos y del Sectile.

(Toledo),¹² así como su presencia en distintos elementos decorativos de las *villae* de La Olmeda (Palencia), Los Villares (Quintana del Marco, León), Cuevas de Soria (Dehesa de Soria, Soria) y Las Pizarras (Coca, Segovia), por citar tan solo algunos de los casos que hasta el momento hemos tenido ocasión de estudiar.¹³

La distribución del uso de estas calizas y conglomerado de Espejón en la *Hispania* romana, a la espera de confirmar algunos análisis pendientes y de la aparición de nuevas evidencias, parece circunscribirse al interior peninsular, principalmente la Meseta Norte y parte de la Sur, alcanzando solo de manera testimonial el valle del Ebro, que, a tenor de los datos hoy disponibles, consideramos que pudo ser una frontera para la distribución de este material¹⁴ y, quizás, también para su comercialización en la costa levantina, donde hasta el momento no ha sido localizada su presencia.

1.2. Consideraciones sobre la extracción a partir de los tipos y tamaños de piezas identificadas

De la revisión de los bienes y objetos elaborados en las distintas variedades de las calizas y el conglomerado

de Espejón localizados en los puntos de consumo de época romana, o tras su reutilización en época visigoda y medieval,¹⁵ se deducen varias cuestiones relativas a las dimensiones de los bloques extraídos en cantera y a la gran versatilidad de un material que sirvió mayoritariamente para la producción de placas y *crustae* de revestimientos parietales y pavimentales que han sido localizadas en *Clunia*, *Segobriga*, *Complutum*, *Caesaraugusta*, *Uxama Argaela*, *Asturica Augusta*, Carranque, Coca y Cuevas de Soria. A estas lastras, cuyo grosor máximo no supera los 8/10 cm en las piezas de mayores dimensiones, debemos sumarles la elaboración de otros elementos arquitectónicos de mayor tamaño y de función estructural, como fustes de pilastra¹⁶ y de columna,¹⁷ basas¹⁸ (*Clunia*), molduras y frisos (en *Clunia*, *Complutum* y Carranque). Junto con estos usos, las calizas de Espejón se utilizaron también para la elaboración de mobiliario –del que el magnífico *labrum* de *Legio* es el único ejemplo hasta ahora atestiguado–,¹⁹ para teselas²⁰ y como soporte epigráfico. Este último uso ha sido constatado hasta el momento exclusivamente en *Clunia*,²¹ donde las variedades rojiza/morada y bandeada y brechada fueron, entre otras, empleadas para la elaboración de una de-

12. GARCÍA-ENTERO, VIDAL, 2007 y 2012.

13. Cabe subrayar la ausencia de calizas y conglomerado de Espejón en la *villa* de Noheda (Cuenca) –que algunos autores habían identificado, RODRÍGUEZ, SALIDO, 2014: 639–, cuyo material lapídeo hemos tenido la oportunidad de revisar íntegramente en el marco de la investigación desarrollada en ese yacimiento por M. A. Valero Tévar, a quien agradecemos su buena disposición. Queremos también apuntar que está en proceso la caracterización arqueométrica de teselas blancas y amarillas procedentes de mosaicos de las *villae* de Santervás del Burgo (Soria) y El Requejo (Santa Cristina de la Polvorosa, Zamora), así como de teselas blancas de un pavimento de *Clunia*.

14. Llama la atención la ausencia de materiales de Espejón en el valle del Ebro, región bien conocida en relación con el uso de los materiales lapídeos en época romana, y el Alto Aragón (véanse CISNEROS 2012, LAPUENTE, ROYO, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., 2011; ANDREU *et alii*, 2015; LAPUENTE *et alii*, 2015; GISBERT, CISNEROS, 2015).

15. Para su uso en época romana, véase GARCÍA-ENTERO *et alii*, 2017c; sobre la reutilización en época visigoda, GARCÍA-ENTERO, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., VIDAL, 2017. También hemos atestiguado la reutilización de elementos elaborados en calizas de Espejón en época medieval. Del mismo yacimiento de Carranque, pero datable en el siglo XII, es un fragmento de pavimento de *opus sectile* conformado, entre otros materiales, por *crustae* reutilizadas de Espejón, que formó parte de la iglesia y monasterio de Santa María, instalado sobre las ruinas del edificio palacial (GARCÍA-ENTERO, VIDAL, 2012). También podemos mencionar tres fustes monolíticos de columna elaborados en conglomerado de Espejón, uno de 207 cm de longitud y 40 cm de diámetro, localizado durante las obras arqueológicas desarrolladas con motivo de la restauración de la Colegiata de Covarrubias (Burgos) en 2012 (ALONSO, 2013), y dos atestiguados en la columnata del costado del evangelio de la iglesia de San Miguel de Escalada (León), de 210 cm de longitud y 32 cm de diámetro y 59 cm de longitud y 24 cm de diámetro (este último fragmentario).

16. Una de ellas conservada *in situ* en un acceso a la basílica de *Clunia*, donde fue utilizada como jamba de uno de los vanos; elaborada en la variedad rojiza, sus dimensiones son de 74 x 22 cm y 29 cm de grosor. Por su parte, el fragmento procedente de la *villa* de Los Villares, en Quintana del Marco (León), y que quizás pueda interpretarse como parte de un fuste de pilastra, tiene unas dimensiones conservadas de 21 x 14,5 cm y 4,5 cm de grosor.

17. En *Clunia*, *villa* de La Olmeda y *Legio*, y que se suman a los mencionados en la nota 16. Queremos llamar la atención sobre el hecho de que todos los fustes atestiguados, salvo el medio fuste de la Casa Taracena de *Clunia* (de 22,5 cm de grosor), fueron elaborados en la variedad conglomerado.

18. Las basas procedentes de *Clunia* elaboradas en calizas de Espejón y catalogadas por M.^a A. Gutiérrez Behemerid tienen una altura de 22, 31 y 38 cm (GUTIÉRREZ, 2003, p. 167, n.º 159, p. 41, n.º 53, p. 169, n.º 180 y p. 153, n.º 32).

19. Como ya hemos mencionado, se trata de la pieza de mayores dimensiones, obrada en Espejón, hallada hasta el momento en contextos romanos. El *labrum* tuvo un diámetro de 1,8 m y una altura máxima de 25 cm (MORILLO, SALIDO, 2010).

20. Las variedades amarilla, bandeada y morada sirvieron para elaborar teselas de varios pavimentos musivos de *Clunia* (p. e.j., en la denominada Casa Taracena). Actualmente estamos llevando a cabo análisis arqueométricos de teselas procedentes de varios yacimientos para conocer si la variedad de color blanco fue también empleada en época romana. Véase nota 13.

21. GUTIÉRREZ, 2003; DE PALOL, VILELLA, 1987; GÓMEZ, 1999; RODRÍGUEZ, SALIDO, 2014.

cena de inscripciones, conservadas en su mayoría solo muy parcialmente.²²

De este rápido repaso por los materiales elaborados en las calizas y el conglomerado de Espejón durante época romana, podemos concluir que las piezas de mayor tamaño (fustes y basas de columna y *labrum*) se realizaron en las variedades bandeada, brechada y conglomerado, y que no superaron en ningún caso los 38/40 cm de grosor –dimensiones atestiguadas en una basa de *Clunia* y en el diámetro del fuste de la Colegiata de Covarrubias, respectivamente–, y que es habitual que el grosor de las piezas de mayor tamaño oscile entre 22 y 31 cm, dimensiones que contrastan con las de algunos elementos extraídos a partir de finales del siglo xv.²³ Las dimensiones de las piezas obradas con estas calizas y conglomerado están condicionadas por las propias características de la piedra y de los lugares donde aflora.

2. Evidencias directas de la explotación. Las canteras

Desde 2014 venimos estudiando las evidencias de explotación atestiguadas en una amplia área de los TM de Espejón, Espeja de San Marcelino, Cantalucia (Soria) y Huerta del Rey (Burgos), quizás relacionables en algún caso (*vid. infra*) con la extracción probada a partir de época tardoaugustea y bien atestiguada por el uso del material en diversos lugares de destino, como acabamos de apuntar. No obstante, la masiva explotación de este material lapídeo entre los siglos xv-xix tiene dos efectos directos en este estudio. Por un lado, es la causa más que probable de la pérdida de la mayor parte de las evidencias de la extracción romana, puesto que es lógico pensar que, tanto en un período como en el otro, se buscasen de nuevo los afloramientos de mayor calidad. Sin embargo, la reanudación de la extracción en Espejón y su territorio en este segundo momento permite plantear algunas cuestiones de carácter metodológico sobre el estudio de canteras que tuvieron un uso tan intensivo y prolongado a lo largo de los siglos, comparando y contrastando las eviden-

cias materiales conservadas *in situ* con la abundante documentación textual existente sobre estas desde el siglo xvi en adelante.

2.1. Evidencias *in situ*

Las prospecciones realizadas hasta el momento nos han permitido localizar diversas zonas de afloramiento de las variedades utilizadas en época romana, así como diversas evidencias de extracción y marcas de herramienta que son compatibles con las formas de explotación romanas (fig. 2). Por su parte, las prospecciones desarrolladas en los TM de Espejón, La Hinojosa (Soria), Huerta del Rey y Quintanarraya (Burgos) nos permiten comenzar a conocer las evidencias materiales de las infraestructuras generadas para la salida de la piedra desde la cantera para iniciar su proceso de distribución y comercialización (fig. 3).

TM de Espejón (fig. 2):

- Cantera «abandonada». Se trata de una cantera abandonada en los años ochenta en la que aflora la variedad de conglomerado brechado multicolor. Sobre esta línea de extracción contemporánea, hemos atestiguado un frente lineal de explotación con evidencias de extracción (zanjas) y huellas de herramienta (cuñas) que, quizás, puedan ser antiguas (fig. 4).
- Área de extracción Matalea-Las Cuerdas. Consiste en una amplia área de extracción en pozo de gran profundidad visible (10/20 m) que sigue una veta natural en sentido W-E y que se articula en varias áreas. Presenta un alto grado de colmatación por esquivas, pero se identifican varias evidencias de extracción (bloques regulares, marcas de cincel y pico, zanjás) que demuestran que su explotación tuvo lugar aprovechando los planos de estratificación, lo que facilitaría la extracción de lastras (fig. 4).
- Los Picos, Piñueco, La Corta. Inmediatamente al oeste (Los Picos) y hacia el este del pueblo de Espejón, se encuentran varios puntos de afloramiento de caliza blanca y amarilla en los que, sin embargo,

22. Véase RODRÍGUEZ, SALIDO, 2014, pp. 640 y ss. Nos interesa ahora subrayar las dimensiones de las evidencias epigráficas por la implicación que tiene este dato en el análisis de las zonas de extracción de la piedra. Se trata, en su inmensa mayoría, de lastras cuyo grosor oscila entre los 2,5 y 3,5 cm, aunque existen algunas piezas de menor y mayor grosor (desde 1,5 a 7 cm). Dos de las piezas completas (CIL II 2773 y CIL II 2774) son bloques que alcanzan un grosor de 31 y 22,5 cm, respectivamente. A estas cabe sumarles el ara dedicada a las *Matres* (26 x 16,6 x 15,5 cm) expuesta actualmente en el Museo de Burgos (n.º inv. 4601). No queremos dejar de mencionar el hallazgo, en la prospección realizada en febrero de 2017 en el TM de Huerta del Rey, de un bloque anepigráfico paralelepípedo, con todas sus caras bien trabajadas, de 46 x 29 x 28 cm, de la variedad bandeada en amarillo y morado.

23. A título de ejemplo, debemos destacar los dos soportes monolíticos de la capilla de los Condestables de la Catedral de Burgos. El primero de ellos elaborado por Felipe de Bigarny para el I Condestable de Castilla y su esposa, consta de la cama del sepulcro –elaborada en un gran bloque de la variedad de conglomerado de Espejón– y de esculturas superpuestas –ejecutadas en mármol blanco de Carrara. El segundo gran bloque monolítico, también de conglomerado de Espejón, fue instalado en el centro de dicha Capilla en 1552 para convertirse en la base del sepulcro del IV Condestable y su esposa, pero este sepulcro, encargado a Alonso Berruguete, nunca llegó a ejecutarse. En ambos casos se trata de grandes piezas, superando los 90 cm. de altura la base del sepulcro del I Condestable. El segundo bloque lleva inscrito su peso en uno de los laterales: 936 arrobas (=10.764 kg). Véase al respecto, Redondo Cantero, 1984; Villacampa, 1928; De Montesa, 1945 y Ordás, 1993: 66-68.



Figura 2. Afloramientos y posibles frentes de extracción.

no hemos localizado hasta el momento evidencias de extracción, o estas lo son de explotación contemporánea.

TM de Espeja de San Marcelino (fig. 2):

- Área de extracción oeste. Al oeste del municipio de Espeja, hemos localizado una amplia zona en la que afloran las calizas amarillo-rojizas bandeadas y el conglomerado multicolor, y en la que es posible atestiguar evidencias de extracción lineal en los cortes rectilíneos de los frentes. Se trata de, al menos, tres frentes de extracción, separados por el arroyo Buezo, de aproximadamente 40 m de longitud y más de 2 m de altura cada uno de ellos (fig. 4).
- Monasterio de San Jerónimo de Espeja. En las proximidades de las ruinas del monasterio hemos localizado una amplia zona de extracción en la que se explotó la variedad de conglomerado multicolor. Se trata de, al menos, tres frentes de extracción lineal situados a ambos lados del río Pilde. El primer frente, de ca. 30 m lineales, aprovecha una capa geológica masiva de hasta 1,5 m de altura, y presenta evidencias de recortes en ángulo recto y zanja para la delimitación de bloques. La segunda zona, al suroeste de las ruinas, es un posible frente lineal muy colmatado en el que hay evidencias de recor-

tes en ángulo recto. El tercer frente de extracción identificado está situado al noreste de las ruinas del monasterio, y se trata de una explotación lineal de tipo extensiva que discurre de forma continua a lo largo de más de 100 metros a lo largo de dos vertientes de una suave colina, aprovechando una capa geológica masiva de entre 0,5 y 2 m de altura. Se evidencian claros recortes en ángulo recto, cortes en vertical y bloques arrancados.

TM de Cantalucia (fig. 2):

- Hemos identificado un largo frente en el que aflora el conglomerado multicolor, y en el que la presencia de marcas de técnicas preindustriales (marcas de pico) evidencian la intensiva explotación desarrollada en bancales, –de 20 m de longitud y 4 m de altura. Destaca en este frente el perfil ligeramente curvo del negativo de cada hilera de estos bancales, de difícil adscripción cronológica (fig. 4). En la misma ladera de la montaña, y a aproximadamente 300 m de distancia, existe un frente abierto de extracción contemporánea, en funcionamiento hasta los años sesenta del siglo xx, con evidencias de uso de hilo helicoidal diamantado. En ambos casos el conglomerado explotado es de menor consistencia que el localizado en Espejón y Espeja de San Mar-

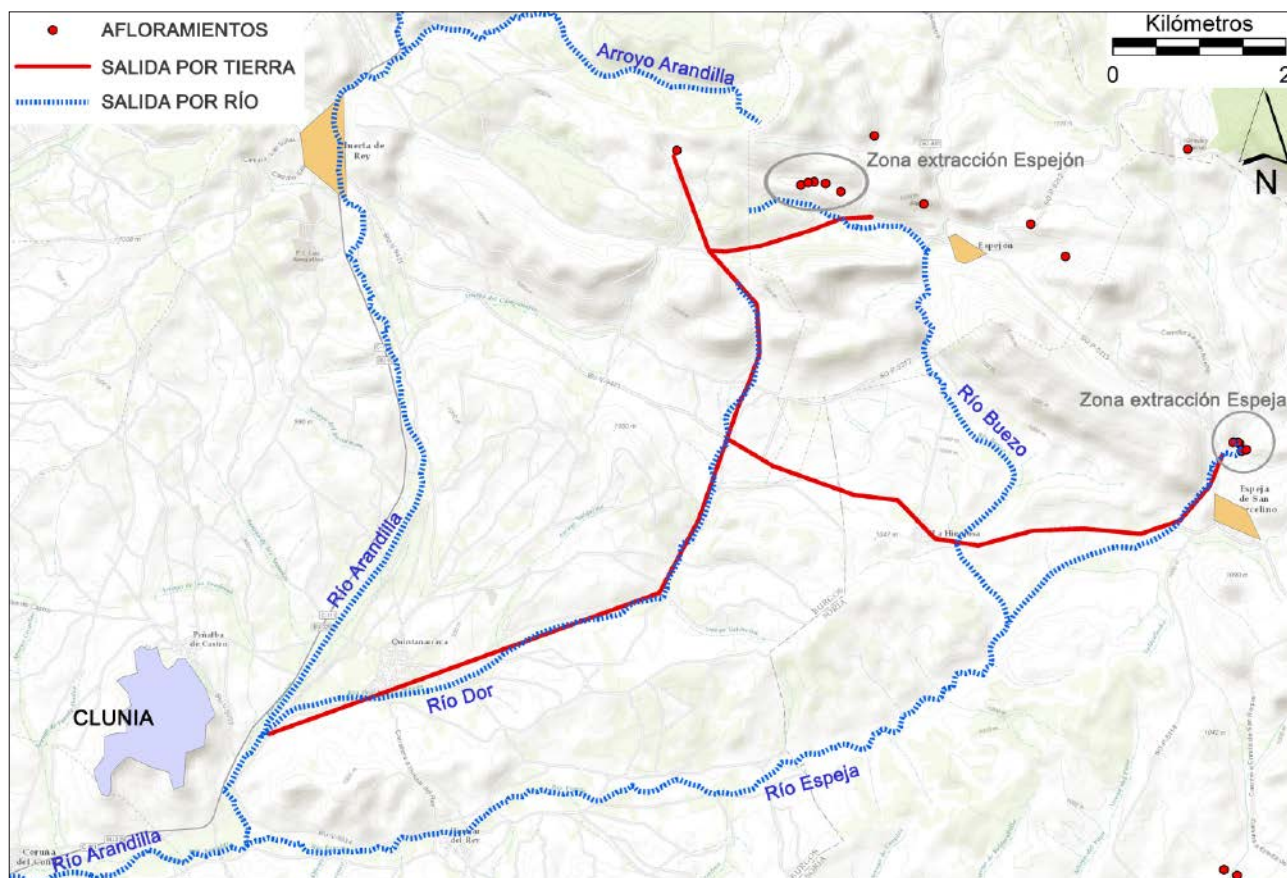


Figura 3. Posibles vías de salida de las calizas de Espejón hacia Clunia.

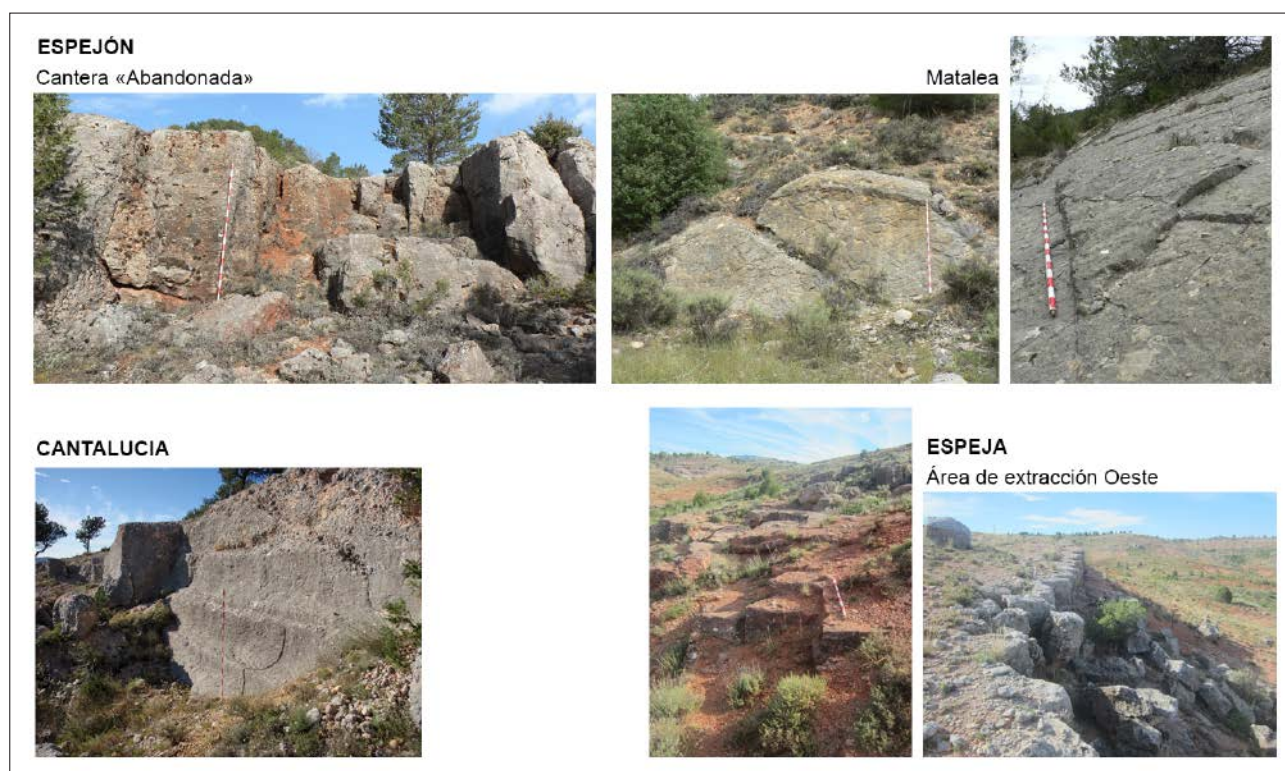


Figura 4. Vistas de algunos de los frentes de extracción identificados.

celino, y se trata de una variedad no identificada en materiales arqueológicos de cronología romana.

De lo hasta ahora expuesto, podríamos deducir la existencia de una amplia área de explotación, localizada entre los TM de Espejón y Cantalucia, en la que solo en el área prospectada en Espejón hay evidencias de marcas de extracción compatibles con las formas de explotación de la piedra de época romana (zanjas, cuñas, cincel, pico, bloques abandonados, etc.) y con los objetos elaborados en esta caliza localizados en distintas ciudades y *villae* de *Hispania*.

2.2. Evidencias documentales

La masiva explotación de estas calizas y conglomerado a partir del siglo xv nos hace ser conscientes de las grandes dificultades que existen para identificar puntos de extracción antiguos –romanos– en áreas de explotación con una intensa actividad extractiva durante los siglos posteriores, como es nuestro caso, y como bien ha puesto de manifiesto M.^a L. Tárraga.²⁴

Entre los primeros usos atestiguados de caliza de Espejón en época moderna se encuentran el tabernáculo y retablo del monasterio de El Escorial, para el que el marmolista Jacome da Trezzo eligió «jaspes finos y duros hallados y sacados de estos reinos de España» y así se hizo constar en la inscripción «totum hispano e lapide». Este origen español de los mármoles motivó el deseo, dos siglos después, de que fuera también de piedras españolas la decoración de las empresas regias, y consta incluso la búsqueda de documentación de archivo en el monasterio de El Escorial para saber de qué canteras procedían los mármoles empleados en el tabernáculo. Fue, así, con la llegada de los Borbones a la monarquía española cuando se pusieron en marcha todos los recursos de la Corte para la masiva explotación de las canteras españolas con el fin de decorar el Real Alcázar primero y, tras su incendio en 1734, la decoración escultórica e interior del nuevo Palacio Real, además de los Reales Sitios y otros lugares.²⁵ Para ello se eligieron los mármoles de canteras españolas, que, entre otras cuestiones, permitían abaratar gastos y evitaban demoras en la ejecución de la obra.

Previamente a la selección de los mármoles, se inició la intensiva inspección de la geología española; se elaboraron informes de las canteras que estaban

en funcionamiento o las que se iban descubriendo; se extrajeron muestras de cada piedra, que eran, una vez pulidas, remitidas a la Corte para la creación de un muestrario que permitiría hacer las elecciones para los «casamientos» de mármoles; y se dio noticia de la situación exacta de las canteras, del tipo y la calidad de la piedra que se podía extraer en cada paraje, del estado de los caminos que permitían su traslado a Madrid, de la distancia a la Corte, del precio de los traslados, etc. Muchas de las canteras entonces visitadas por los escultores, arquitectos, marmolistas y canteros especializados encargados de la dirección de la decoración del Palacio Real fueron acotadas y cercadas, se puso vigilancia en ellas, se construyeron casetas para las herramientas, se instaló un taller y se señalaron con las marcas R (Rey) o MR (Mármoles del Rey) para dejar constancia de la propiedad real de estas y del uso exclusivo de la piedra para la decoración del Palacio y de las obras reales. Todo ello ocurrió, por ejemplo, con la caliza de Espejón, masivamente utilizada para la decoración del Palacio Real, como consta en la documentación del Archivo General del Palacio, exhaustivamente revisada por M.^a L. Tárraga.²⁶ La Real Orden de Fernando VI de 17 de septiembre de 1748 «resolvió que las canteras que hasta entonces se hubiesen descubierto, limpiado, abierto o escombrado con órdenes y permiso suyo y todas las que a partir de entonces se descubriesen o limpiaren “sean y se mantengan como propias y privativas de la fábrica del Real Palacio [del Real Taller de Mármoles del Palacio Real creada para este propósito],²⁷ y que ninguno de los que las han descubierto, abierto, [...] usen de ellas, en todo ni en parte, aunque se les haya dado permiso o licencia y hayan presentado muestras en esta Intendencia”».²⁸

En la documentación del Archivo General del Palacio consta que en la elección de mármoles que hizo el arquitecto J. B. Sachetti en 1748 se preveía utilizar con profusión material de las canteras de San Jerónimo de Espeja y de Espejón para habitaciones y piezas públicas del Rey y de la Reina.²⁹ Por su parte, para la capilla del Palacio, inicialmente se eligieron mármoles de Espejón y Vizcaya, si bien el propio J. B. Sachetti, en 1757, se quejó en varias ocasiones del mármol de Espejón porque «las piezas de amarillo, aparte de no responder a las medidas pedidas y ser irregulares, tien-

24. Véase nota 3.

25. Las calizas y el conglomerado de Espejón y Espeja fueron empleados también masivamente en el palacio de Riofrío y en La Granja de San Ildefonso de Segovia, en la Casita del Príncipe de El Pardo (Madrid) y en otros Reales Sitios, además de en numerosas iglesias y catedrales.

26. Véanse TÁRRAGA, 1999 y 2009.

27. TÁRRAGA, 2003.

28. TÁRRAGA, 2009, pp. 378-379. De manera excepcional, si se pretendía sacar algunas piezas para destinos particulares, el monarca ordenaba al intendente de las obras del palacio que tomase los informes correspondientes de los artífices de aquella obra y se informase de si las piezas solicitadas podían hacer falta para la obra del palacio, y su extracción podía perjudicar los bancos de las canteras.

29. AGP, Sección Obras de Palacio C.^a 18267, exp. 7, tomado de TÁRRAGA, 2009.

den a desportillarse por sus pelos y pide que se advierta esto a los sacadores para que salgan limpias y también que se les advierta tengan cuidado los conductores al cargarlas y descargarlas».³⁰

Eugenio Vayas, uno de los arquitectos comisionados por Fernando VI para la búsqueda de canteras y mármoles para la decoración del Palacio,³¹ responsable del territorio de Castilla La Vieja y director de las canteras de Espejón, envió a la Corte, en 1759, varios diseños de piezas procedentes de las canteras de Espejón para que se tuvieran en cuenta las características de la piedra y las dimensiones de los bloques que podían ser extraídos. Unos años más tarde volvemos a tener noticias de la piedra de Espejón en el Palacio Real; en este caso, de la mano de J. B. Galeotti, que en 1789, siendo el director del Taller de Mármoles, visitó la zona de Espejón y describió sus canteras y variedades:

[...] a distancia de medio cuarto de legua, en el Cerro que llaman *Matalea*, *están las dos canteras* de donde se ha sacado las piedras para el Palacio Nuevo [...]. En estas referidas canteras hay de todas clases de bancadas, esto es, amarillo claro, páxaro pinto, amarillo oscuro con manchas moradas. Debajo de éste, amarillo color de oro [...], pero de esta clase no se puede sacar ahora [...], porque por dentro tiene encima el desmonte de los 60 pies arriba dichos y con el peligro de perder la vida los trabajadores, por ser el desmonte de tierra gredosa, y cantos sueltos de mala calidad. Debajo de éste queda descubierto un banco de buena calidad del grueso de dos pies y medio y el largo que se quiera, [...]. Por la parte de arriba de la segunda cantera se halla el jaspe blanco, de éste no promete demasiada abundancia ni piezas muy grandes [...]. Luego pasé a otra cantera en el cerro que se llaman el *Va- llejo de Piñueco*, éste es de amarillo pálido con algunas faldas terrosas. [...] el grueso del banco tiene un pie y medio y es bastante abundante [...]. *Todas estas canteras distan de Espejón la que más una legua, y se puede conducir en carros a Madrid*, como se ha hecho hasta ahora, sin necesidad de abrir camino alguno; *desde este dicho lugar de Espejón a Madrid hay por el puerto de Somosierra y por Aranda de Due- ro 28 leguas, y por Segovia, Puerto de Guadarrama*, 32 [...]. Todas estas canteras de Espejón, aunque costosas, las hallo útiles al Real servicio de su Ma- jestad, [...] que no dejen sacar piedras a persona

alguna, sin que presenten licencia de mi Jefe que es, o fuere en adelante [...]. Así mismo prevengo que en caso de ser necesario en lo sucesivo de hacer sacar alguna corta porción de piedras, y no enviar gente de Madrid, por ser más costoso, hay dos su- jetos de dicho Espejón que saben sacarla, el uno se llama Pedro la Cámara y el otro Miguel de la Mata.³²

3. Algunas reflexiones

Un aspecto que caracteriza el caso de las canteras de calizas y conglomerado de Espejón es la fuerte dicotomía entre las evidencias arqueológicas indirectas de su explotación, que demuestran el alcance de su empleo y su distribución supralocal, y las evidencias conservadas en los frentes de extracción, bastante escasas y raramente de clara adscripción cronológica antigua. Esta divergencia se explica, en gran parte, por el reinicio posterior de la actividad extractiva y, muy especialmente, la intensidad que alcanzó a partir del siglo xv. De ahí que abordar el estudio de las canteras de Espejón en época antigua no es posible sin combinar estos dos tipos de evidencias arqueológicas y, a su vez, tener en cuenta estas nuevas fases de explotación.

La insólita fortuna de contar con una extensísima documentación escrita sobre este segundo período permite extraer valiosa información concerniente al estado y la gestión de las canteras durante más de un siglo. Nos interesa ahora destacar el estado de colmatación de la cantera de Matalea en 1789, así como el transporte terrestre del material extraído que se hizo hasta Madrid. En este sentido, y frente a lo que algunos autores han apuntado para la salida de la piedra y su distribución en época romana,³³ creemos poder proponer (fig. 3) que los materiales lapídeos extraídos en el área de Espejón fueron trasladados hasta los pies de la ciudad de *Clunia*, bien por vía terrestre —se trata de una distancia de apenas 8 kilómetros en la que existen evidencias del trazado de una vía—, bien por vía fluvial a través de los ríos Dor, Espeja y, quizás, Arandilla. Una vez en *Clunia* —sin descartar otras posibilidades—, el material pudo ser conducido hasta el río Duero —sin duda, eje fundamental en la distribución y comercialización de las calizas de Espejón— a través del río Arandilla.

30. AGP, Sección Obras de Palacio C.^a 18261 y AGP, Sección Administrativa C.^a 1418. Según indica M.^a L. Tárraga, se queja J. B. Sanchetti de que de las 28 piezas destinadas a esta capilla llegadas en el mes de octubre, solo sirve una debido a que las demás presentan manchas de color morado, vetas y pelos, y no tienen el grueso pedido (TÁRRAGA, 2009, p. 387).

31. Tarea que se prolongó hasta el reinado de Carlos IV.

32. Tomado de TÁRRAGA, 1999, pp. 46-50 (la cursiva es de los autores).

33. M. Rodríguez Ceballos y J. Salido Domínguez no tienen duda en afirmar que la comercialización de las calizas de Espejón se realizó indudablemente por vía terrestre, a través del recorrido alternativo de la vía 3 del Itinerario de Antonino, que comunicaba *Asturica Augusta* con *Caesaraugusta*, pasando por *Legio*, *Clunia* y *Uxama*; véase RODRÍGUEZ, SALIDO, 2014, pp. 637-638.

Bibliografía

- ALONSO FERNÁNDEZ, Carmen (2013), «Informe final de actuación. Control arqueológico durante la extracción y traslado de una columna romana de la Colegiata de Covarrubias (Burgos)», informe inédito depositado en la Unidad de Arqueología del Servicio Territorial de Cultura de Burgos.
- ÀLVAREZ, Aureli, MAYER, Marc (1981), «Materiales lapídeos de origen local utilizados en la costa sur del litoral catalán», en *Congreso Español de Estudios Clásicos VI*, II, Sevilla, pp. 303-310.
- ÀLVAREZ, Aureli, DOMÈNECH, Ana, LAPUENTE, Pilar, PITARCH, Àfrica, ROYO, Hernando (2009a), «Espejón», en *Marbles and Stones of Hispania. Exhibition catalogue*, Tarragona, pp. 54-59.
- ÀLVAREZ, Aureli, GARCÍA-ENTERO, Virginia, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna, RODÀ, Isabel (2009b), *El marmol de Tarraco. Explotació, utilització i comercialització de la pedra de Santa Tecla en època romana*, Tarragona.
- ANDREU, Javier, ROYO, Hernando, LAPUENTE, Pilar, BRILLI, Mauro (2015), «Imported marbles found in three Roman cities of the territory of “Cinco Villas” (Zaragoza), North of Hispania Citerior», en Patrizio PENSABENE y Eleonora GASPARINI (eds.), *ASMOSIA X. Proceedings of the Tenth International Conference. Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*, Roma, pp. 13-21.
- ANTOLINOS, Juan Antonio (2001), *Las canteras romanas de arenisca (Canteras, Cartagena)*, Patrimonio de Cartagena, I, Cartagena.
- ANTOLINOS, Juan Antonio, ARANA, Rafael, SOLER, Begoña (2002), «Aspectos arqueológicos y geológicos de una cantera romana en la Rambla de Trujillo (Sierra de Cartagena, Murcia, España)», en *Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro*, Lisboa, pp. 21-36.
- ARANA, Rafael, ANTOLINOS, Juan Antonio, NOGUERA, José Miguel, SOLER, Begoña, ARANA, Sara (2012), «Quarrying, use and scope of Cabezo Gordo and Rambla de Trujillo marbles (Murcia, Spain) in the Roman Era», en Anna GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Pilar LAPUENTE e Isabel RODÀ (eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona 2009)*, Tarragona, pp. 657-664.
- BELTRÁN, José, LOZA, M.^a Luisa (2003), *El mármol de Mijas. Explotación, comercio y uso en época antigua*, Málaga.
- BELTRÁN, José, RODRÍGUEZ, Oliva, LÓPEZ, Pedro, ONTIVEROS, Esther, TAYLOR, Ruth (2012), «Las canteras romanas de mármol de Almadén de la Plata (Sevilla)», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmol en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, pp. 253-275.
- CANTO, Alicia (1977-1978), «Avances sobre la explotación del mármol en la España romana», *Archivo Español de Arqueología*, 50-51, n.º 135-138, pp. 165-188.
- CEBRIÁN, Rosario (2004), «El revestimiento marmóreo del Foro y los elementos arquitectónicos», en Sebastián RAMALLO (ed.), *La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de Occidente*, Murcia, pp. 244-249.
- CEBRIÁN, Rosario (2008), «*Saetabis* y el comercio del Buixarró», *Lucentum*, xxvii, pp. 101-113.
- CEBRIÁN, Rosario (2012), «Mármoles coloreados de producción hispana utilizados en la decoración arquitectónica de edificios públicos en *Segobriga* (Saelices, Cuenca)», en Gregorio CARRASCO SERRANO (coord.), *La ciudad romana en Castilla-La Mancha*, Cuenca, pp. 371-396.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (1988), *Mármoles hispanos: su empleo en la España romana*, Zaragoza.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (1989-1990), «Sobre la explotación de calizas en el sur de España en época romana: Canteras de Gádor (Almería), Atarfe (Granada), Antequera (Málaga) y Cabra (Córdoba)», *Caesaraugusta*, 66-67, pp. 123-142.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (1997), «Mármoles de importación y mármoles de sustitución: su utilización en algunas ciudades hispanas», *Veleia*, 14, pp. 195-203.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel (2012), «El uso del mármol en el valle del Ebro», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmol en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, pp. 115-134.
- CISNEROS CUNCHILLOS, Miguel, GISBERT AGUILAR, Josep, SOMOVILLA DE MIGUEL, Ion Ander (2011), «El uso del mármol en la arquitectura de *Asturica Augusta*», *Anales de Arqueología Cordobesa*, 21-22, pp. 93-126.
- COELHO, Catarina (2008), «Colaride: a Roman quarry at the *Municipium Olisiponensis*», en Trinidad NOGALES y José BELTRÁN (eds.), *Marmora Hispana: explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana*, Roma, pp. 523-542.
- DE MONTESA, EL MARQUÉS DE (1945): «Más acerca de la obra encargada a Bigarny por el Condestable», *AEA* t. XVIII n.º 70, pp. 232-233.
- DURÁN CABELLO, Rosalía (1998), «La arquitectura pública en *Complutum*. Elementos decorativos y materiales constructivos», en Sebastián RASCÓN MARQUÉS (coord.), *Complutum. Roma en el interior de la Península Ibérica*, Alcalá de Henares, pp. 94-105.
- FRÍAS Balsa, José Vicente (2005), «Las canteras de Espejón», *Revista de Soria*, 50, pp. 51-62.
- FUSCO, Arianna, MAÑAS, Irene (2006), *Mármoles de Lusitania*, Badajoz.

- GARCÍA-ENTERO, Virginia (ed.) (2012), *El marmor en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid.
- GARCÍA-ENTERO, Virginia, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna, ROYO PLUMED, Hernando, VIDAL ÁLVAREZ, Sergio (2017a) «La caliza de Espejón (Soria, España). Caracterización arqueométrica», *DigitAR. Revista digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, 4, pp. 5-13.
- GARCÍA-ENTERO, Virginia, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna, VIDAL, Sergio (2017b) e.p. «Reuse of the marmora from the Late Roman Palatial Building at Carranque (Toledo, Spain) in the Visigoth necropolis», en *XI ASMOSIA International Conference (Split, mayo 2015)*.
- GARCÍA-ENTERO, Virginia, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna, VIDAL ÁLVAREZ, Sergio, PERÉZ AGORRETA, María, ZARCO MARTÍNEZ, Eva (2017c) e. p., «Espejón Limestone and Conglomerate (Soria, Spain): Archaeometric Characterization, Quarrying and use in Roman times», en *XI ASMOSIA International Conference (Split, mayo 2015)*.
- GARCÍA-ENTERO, Virginia, VIDAL, Sergio (2007), «Marmora from the Roman Site of Carranque (Toledo, Spain)», *Marmora*, 3, pp. 9-25.
- GARCÍA-ENTERO, Virginia, VIDAL, Sergio (2012), «El uso del marmor en el yacimiento de Carranque (Toledo)», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmor en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, pp. 135-153.
- GISBERT, Josep, CISNEROS, Miguel (2015), «Identificación de los materiales lapídeos de Labitola (La Puebla de Castro, Huesca): arqueometría y arqueología», en Isidro AGUILERA, Francisco BELTRÁN, María Jesús DUEÑAS, Concepción LOMBA y Juan Ángel PAZ (eds.), *De las ánforas al Museo. Estudios dedicados a Miguel Beltrán Lloris*, Zaragoza, pp. 443-457.
- GÓMEZ PANTOJA, Joaquín (1999), «Las madres de Clunia», en Francisco VILLAR y Francisco BELTRÁN (eds.), *Pueblos, lenguas y escrituras en la Hispania prerromana. Actas del VII Coloquio sobre Lenguas y Culturas Paleohispánicas (Zaragoza, 1997)*, Salamanca, pp. 422-432.
- GRÜNHAGEN, Wilhelm (1978), «Farbiger Marmor aus Munigua», *Madriider Mitteilungen*, 19, pp. 290-306.
- GUTIÉRREZ BEHEMERID, María Ángeles (2003), *La decoración arquitectónica en la Colonia Clunia Sulpicia*, Studia Archeologica, 92, Valladolid.
- GUTIÉRREZ BEHEMERID, María Ángeles (2004), «Los programas arquitectónicos de época imperial en el Conventus Cluniensis», en Sebastián RAMALLO ASENSIO (ed.), *La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de Occidente*, Murcia, pp. 275-292.
- GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna (2009), *Roman quarries in the northeast of Hispania (modern Catalonia)*, Tarragona.
- GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna, LAPUENTE, Pilar, RODÀ, Isabel (eds.) (2012), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona, 2009)*, Tarragona.
- LAMBERTO, Victor y SÁ CAETANO, Paulo (2008), «Marble stones from Lusitania: the quarries of the Estremoz Anticline», en Trinidad NOGALES y José BELTRÁN (eds.), *Marmora Hispana: explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana*, Roma, pp. 467-481.
- LAPUENTE, Pilar (1995), «Mineralogical, petrographic and geochemical characterization of white marbles from Hispania», en Yannis MANIATIS, Norman HERZ y Yannis BASIAKOS (eds.), *The study of marble and other stones used in Antiquity. Asmosia III Athens: Transactions of the 3rd International Symposium of The Association for the Study of Marble and Other Stones used in Antiquity*, Londres, pp. 151-160.
- LAPUENTE, Pilar, ROYO, Hernando, CUCHI, José Antonio, JUSTES, Julia, PREITE-MARTÍNEZ, María (2015), «Local stones and marbles found in the territory of "Alto Aragon" (Hispania), in Roman Times», en Patrizio PENSABENE y Eleonora GASPARINI (eds.), *ASMOSIA X. Proceedings of the Tenth International Conference. Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*, Roma, pp. 190-200.
- LAPUENTE, Pilar, ROYO, Hernando, GUTIÉRREZ GARCÍA-M., Anna (2011), «Un aspecto de la monumentalización de Los Bañales: caracterización de materiales pétreos y fuentes de aprovisionamiento», *Caesaraugusta*, 82, pp. 262-286.
- LOZA AZUAGA, M.^a Luisa (1984), «Notas sobre la explotación del mármol blanco de la Sierra de Mijas en época romana», *Mainake*, vi-vii, pp. 131-136.
- LOZA AZUAGA, M.^a Luisa, BELTRÁN, José (1990), *La explotación del mármol blanco de la sierra de Mijas en época romana. Estudio de los materiales arquitectónicos, escultóricos y epigráficos*, Faventia. Monografies, 10, Barcelona.
- LOZA AZUAGA, M.^a Luisa, BELTRÁN, José (2012), «Explotación y uso de calizas ornamentales de la provincia de Málaga durante época romana», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmor en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, pp. 277-297.
- MAÑAS, Irene (2012), «Los marmora de las canteras de Estremoz, Alconera y Sintra: su uso y difusión», en Virginia GARCÍA-ENTERO (ed.), *El marmor en Hispania. Explotación, uso y difusión en época romana*, Madrid, pp. 331-346.
- MESA, Ana de (2013), «Los marmora de Toletum. Estudio de los granitos y calizas del centro peninsular empleados en la ciudad romana y tardoantigua de

- Toledo», tesis doctoral inédita, Universitat Rovira i Virgili - ICAC, Tarragona.
- MORILLO, Àngel, SALIDO, Javier (2010), «*Labrum* romano procedente de las termas del campamento de la *Legio VII Gemina* en León», *Zephyrus*, LXV, pp. 167-178.
- NOGALES, Trinidad, BELTRÁN, José (eds.) (2008), *Marmora Hispana: explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana*, Roma.
- NOGALES, Trinidad, GONÇALVES, Luis Jorge, LAPUENTE, Pilar (2008), «Materiales lapídeos, mármoles y talleres en Lusitania», en Trinidad NOGALES y José BELTRÁN (eds.), *Marmora Hispana: explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana*, Roma, pp. 407-466.
- ORDÁX, A. (1993): *La catedral de Burgos*, León.
- PALOL, Pere de (1994), *Clunia. Historia de la ciudad y guía de las excavaciones*, Burgos.
- PALOL, Pere de, VILELLA, José (1987), *La epigrafía de Clunia*, Subdirección General de Arqueología y Etnografía, Madrid.
- PÉREZ OLMEDO, Ester (1996), *Revestimientos de Opus Sectile en la península ibérica*, Studia Archaeologica, 84, Valladolid.
- RAMALLO, Sebastián, ARANA, Rafael (1987), *Canteras romanas de Carthago Nova y alrededores (Hispania Citerior)*, Murcia.
- RASCÓN, Sebastián, SÁNCHEZ, Ana Lucía (2009), «La basílica y los edificios administrativos del foro de la ciudad romana de *Complutum* (Alcalá de Henares, Madrid). De los edificios de época de Claudio a la monumentalización urbana de los siglos III, IV y V», *Anales de Arqueología Cordobesa*, 20, pp. 175-202.
- REDONDO CANTERO, M^a José (1984): «El sepulcro del IV Codestable de Castilla», *BSEAA* t. L, pp. 261-271.
- RODÀ, Isabel (1999), «La explotación de las canteras en Hispania», en *Hispania. El legado de Roma en el año de Trajano*, Zaragoza, pp. 122-131.
- RODÀ, Isabel (2005), «La explotación de los mármoles pirenaicos en Hispania y la datación epigráfica de los inicios de la explotación de las canteras», en *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Colloque Aquitania (Saintes, 11-13 septembre 2003), Aquitania Suppl. 143, Burdeos (Saintes), pp. 461-471.
- RODÀ, Isabel (2012), «El comercio de mármoles en Hispania», *Historia Antiqua*, 21, pp. 85-91.
- RODRÍGUEZ CEBALLOS, Mariano, SALIDO DOMÍNGUEZ, Javier (2014), «*Marmora* para las elites de *Clunia*. El empleo del espejón como soporte epigráfico y nuevas evidencias de su uso ornamental», en Antonio CABALLOS y Enrique MELCHOR (eds.), *De Roma a las provincias: las elites como instrumento de proyección de Roma*, Sevilla, pp. 633-668.
- ROYO, Hernando (2016), «Mármoles de la Cordillera Pirenaica: afloramientos norpirenaicos y asociados al "Nappe des Marbres". Caracterización y uso en época romana», tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- SALÁN, María (2012), «Espejón marmor and its use in Roman Hispania», en Anna GUTIÉRREZ GARCIA-MORENO, Pilar LAPUENTE e Isabel RODÀ (eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona, 2009)*, Tarragona, pp. 146-150.
- SOLER HUERTAS, B. (2005), «El travertino rojo de Mula (Murcia). Definición de un mármol local», *Verdolay*, 9, pp. 141-164.
- SOLER HUERTAS, B. (2008), «*Marmora* de importación y otros materiales pétreos de origen local en *Carthago Nova*. Explotación, comercio y función durante los períodos tardorrepblicano y augusteo», en José UROZ SÁEZ, José Miguel NOGUERA CELDRÁN y Filippo COARELLI (coords.), *Iberia e Italia: modelos romanos de integración territorial*, Murcia, pp. 711-726.
- SOLER, Begoña, NOGUERA, José Miguel, ARANA, Rafael, ANTOLINOS, Juan Antonio (2012), «The red Travertine of Mula (Murcia, Spain): Management and administration of quarries in the Roman Period», en Anna GUTIÉRREZ GARCIA-M., Pilar LAPUENTE e Isabel RODÀ (eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference (Tarragona 2009)*, Tarragona, pp. 744-752.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (1992), *Giovan Domenico Olivieri y el taller de escultura del Palacio Real*, II, Madrid.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (1999), «Las canteras históricas de Espejón al servicio de la ornamentación del Palacio Real de Madrid», *Litos. La Revista de la piedra natural*, 41, pp. 38-52.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (2002a), «Criterios en la elección de materiales para la ornamentación escultórica del Palacio Real de Madrid», *Revista ROC Maquina*, 71 (enero 2002), pp. 42-49.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (2002b), «Rocas ornamentales para el retablo mayor de la Catedral de Segovia», *Revista ROC Maquina*, 74 (septiembre 2002), pp. 66-72.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (2003), «El Real Taller de Mármoles de Madrid», *Dolmenhir* (marzo), pp. 80 y ss.
- TÁRRAGA BALDÓ, María Luisa (2009), «Mármoles y rocas ornamentales en la decoración del Palacio Real de Madrid», *Archivo Español de Arte*, LXXXII, 328, pp. 367-392.
- URBINA, Dionisio, SÁNCHEZ, Alejandro, LOMBARDEIRO, Manuel, REGUEIRO, Manuel (1997), «Mármoles romanos y canteras en Talavera de la Reina», *Zephyrus*, 50, pp. 273-287.

VERA, Juan Antonio (2004), *Geología de España*, Sociedad Geológica de España - Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

VILLACAMPA, CARLOS. G., (1928): «La capilla del Condestable de la Catedral de Burgos. Documentos para su historia», *AEAA* t. IV nº 10, 25-44

